

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOOTEKNİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
2024-YL-60

SOYA ÜRÜNLERİNDE ISIL İŞLEM HASARININ TESPİT
EDİLMESİ

Şevval KAHRAMANOĞLU TÜMER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı:
Prof. Dr. Mürsel ÖZDOĞAN

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından ZRF-21002 proje numarası ile desteklenmiştir.

AYDIN-2024

TEŞEKKÜR

Bu araştırmada farklı ısıı işlem dereceleri uygulanan tam yağlı soya ve farklı protein grubundaki soya küspesi örneklerinin ısıı işlem parametreleri incelenmiştir.

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından ZRF-21002 proje numarası ile desteklenmiştir, projeye vermiş olduğu katkılardan dolayı BAP' a teşekkür ederiz.

Yüksek lisans araştırma ve tezimi yazma aşamalarında başta danışman hocam Prof. Dr. Mürsel ÖZDOĞAN'a katkılarından dolayı teşekkür ederim. İstatistiksel analizlerimin yapımında ve analizlerin yorumlanması sürecinde beni destekleyen Dr. Öğr. Üyesi Önder ÜSTÜNDAĞ'a, Her zaman mesleki ve manevi desteğini hissettiğim sevgili eşim Seçkin TÜMER'e, tezimin yürütülmesi ve analiz çalışmalarım dahil tüm süreçte beni destekleyen A. Oğuz KIYAK' a ve yüksek lisans eğitimim dahil tüm hayatımda her zaman yanımda olan kardeşim Asu Naz KAHRAMANOĞLU, annem Selma KAHRAMANOĞLU ve babam Ayhan KAHRAMANOĞLU'na sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Şevval KAHRAMANOĞLU TÜMER

Aydın, 2024



BİLİMSEL ETİK BEYANI

“Soya Ürünlerinde Isıl İşlem Hasarının Tespit Edilmesi” Yüksek Lisans tezindeki bütün bilgileri etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yaptığımı bildiririm. İfade ettiklerimin aksi ortaya çıktığında ise her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Şevval KAHRAMANOĞLU TÜMER



İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
TEŞEKKÜR	iii
BİLİMSEL ETİK BEYANI.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
ÖZET	xv
ABSTRACT	xvii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
2.1. Ham Soya	3
2.1.1. Dünyada Soyanın Yeri.....	4
2.2. Soya Küspesi	5
2.3. Tam Yağlı Soya.....	8
2.4. Ham Soyadaki Beslemeyi Engelleyici Faktörler.....	11
2.5. Soyada Isıl İşlemin Protein Kalitesine Etkilerinin Belirlenmesinde Kullanılan Analiz Yöntemleri.....	14
3. MATERYAL VE METOT.....	19
3.1. Hammadde Materyali	19
3.2. Metot.....	20
3.2.1. Hammaddelerin Kimyasal Analize Hazırlanması	20
3.2.2. Hammaddelerin NIR Spektroskopi Yöntemi ile Analizi.....	20

3.2.3. İstatiksel Analiz.....	20
4. BULGULAR.....	21
4.1. Ham Soya ve Farklı Sıcaklıklarda İşlenmiş Tam Yağlı Soyaların Kimyasal Analiz Sonuçları.....	21
4.2. Ham Soya ve Farklı Sıcaklıklarda İşlenmiş Tam Yağlı Soyaların NIR Spektrofotometrik Analiz Sonuçları.....	22
4.3. Ham Soya ve Farklı Sıcaklıklarda İşlenmiş Tam Yağlı Soyaların NIR Spektrofotometrik Analiz yöntemiyle Isıl İşlem Parametreleri tahmin Değerleri.....	24
4.4. Soya Küspelerinin Kimyasal Analiz Sonuçları.....	25
4.5. Soya Küspelerinin NIR Spektrofotometrik Analiz Tahmin Sonuçları.....	26
4.6. Soya Küspelerinin NIR Spektrofotometrik Analiz yöntemiyle Isıl İşlem Parametreleri tahmin Değerleri.....	27
5. TARTIŞMA.....	29
6. SONUÇ.....	37
7. KAYNAKLAR.....	39
ÖZ GEÇMİŞ.....	51

KISALTMALAR DİZİNİ

ADF	Asit Deterjanda Çözünen Lif
HK	Ham Kül
HP	Ham Protein
HS	Ham Sellüloz
HY	Ham Yağ
IFN	Uluslararası Yem Numarası
KM	Kuru Madde
Mg	Miligram
NDF	Nötr Deterjanda Çözünen Lif
NIR	Yakın kızılötesi yansımaya (Near Infrared Reflectance)
NIRS	Yakın kızılötesi yansımaya spektroskopisi (Near Infrared Reflectance Spectroscopy)
PDİ	Protein Dağılım İndeksi
R- Lizin	Reaktif Lizin
KOH-PÇ	Potasyum hidroksitte Protein Çözünürlüğü
SFK	Soya Küspesi
TEPGE	Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü
TİA	Tripsin İnhibitör Aktivitesi
TYS	Tam Yağlı Soya

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Dünya soya üretimi yüzdeleri	4
Şekil 2.2. Yıllara göre soya üretim alanları.....	4
Şekil 2.3. Dünyadaki soya üretiminin 2023-2024 yılları arasındaki dağılımı	5





ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Ham Soya ve Farklı Isıl İşlem Görmüş Tam Yağlı Soyaların Kimyasal Analiz Sonuçları	21
Çizelge 4.2. Ham Soya ve Tam Yağlı Soya NIRS Temel Besin Madde ve Amino Asit Analiz Tahmin Sonuçları.....	23
Çizelge 4.3. Ham Soya ve Tam Yağlı Soya NIRS Isıl İşlem Analiz Sonuçları.....	24
Çizelge 4.4. Soya Küspesi Kimyasal Besin Madde Analiz Sonuçları	25
Çizelge 4.5. Soya Küspesi NIRS Temel Besin Madde ve Amino Asit Analiz Tahmin Sonuçları.....	26
Çizelge 4.6. Soya Küspesi NIRS Isıl İşlem Analiz Sonuçları.....	28



ÖZET

SOYA ÜRÜNLERİNDE ISIL İŞLEM HASARININ TESPİT EDİLMESİ

Tümer Kahramanoğlu Ş. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Danışman: Prof. Dr. Mürsel ÖZDOĞAN, Aydın, 2024.

Çalışmada ham soya, farklı ısı işlemlerinde üretilmiş tam yağlı soyaların ve farklı protein içerikli soya küspelerinin besin madde içeriklerinin hem kimyasal hem de NIR spektrofotometrik yöntemle ortaya konması amaçlanırken, aynı zamanda ısı işlem parametre değerlerinin NIR spektrofotometrik yöntemle ölçülmesi hedeflenmiştir.

Bu çalışma; büyük soya yemi üreticisi işletmelerden toplanan örneklerle yürütülmüştür. Farklı sıcaklıklarda tam yağlı soya (TYS) üreten işletmelerden ham soya ve YYS örnekleri toplanmıştır. Her muamele grubu için 25 örnek alınmış ve toplamda 75 numune analiz edilmiştir. Araştırmadaki gruplar; kontrol grubu olarak ham soya, normal pişirme sıcaklığı 119-134°C (TYS-NS, yaygın kullanılan pişirme sıcaklığı) ve yüksek pişirme sıcaklığında 135-141°C (TYS-YS) ısı işlem görmüş tam yağlı soyalardır. Yine farklı ticari yem işletmelerinden toplam 50 soya küspesi (SFK) örnekleri toplanmış, analiz sonuçlarına göre ham protein içerikleri %44-46 HP (SFK-A) ve %47-48,5 HP (SFK-B) içerikleri dikkate alınarak 2 gruba ayrılmıştır. Tüm örneklerin kimyasal analizleri (kuru madde, ham kül, ham protein, ham yağ) yapılmıştır. Aynı örneklerin Yakın Kızılötesi Yansıma Spektrofotometre (NIRS) cihazında temel besin madde analizleri, lizin ve metiyonin amino asit analizleri, ısı işlem analizleri (Protein dağılılabirlik endeksi, KOH'de protein çözünürlüğü, tripsin inhibitör aktivitesi, reaktif lizin) yapılmış, ve reaktif lizin değerleri belirlenmiştir.

TYS'nın kimyasal ve spektrofotometrik analizlerinin her ikisine göre; ham soya ile iki farklı sıcaklıklarda kavurma işlemi görmüş tam yağlı soyalar arasında kuru madde (KM), ham kül (HK), ham protein (HP), ham yağ (HY) ve nötral deterjent selüloz (NDF) değerleri arasındaki fark görülmüştür ($p < 0,05$). Aynı zamanda spektrofotometrik analiz sonucuna göre farklı sıcaklıkta işlem görmüş tam yağlı soya gruplarının lizin ve metiyonin değerlerinin, ham soya grubununkinlerden daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Isıl işlem parametrelerinden

Protein dağılılabirlik endeksi (PDİ) değeri tam yağlı soya gruplarında düşük iken, KOH'de protein çözünlüğü (KOH-PÇ) ve tripsin inhibitör aktivitesi (TİA-A) değerleri TYS gruplarında artan sıcaklıkla linear olarak düştüğü dikkati çekmektedir ($p<0,05$).

SFK gruplarının kimyasal ve NIR spektrofotometrik analizlere göre; HP, HS, ADF, NDF ve P değerleri iki küspe grubu arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Aynı zamanda SFK-B grubunun NIR spektrofotometrik metiyonin ve lizin amino düzeyleri, SFK-A grubuna göre daha yüksektir ($p<0,05$). Aynı zamanda SFK-A grubunun PDİ değeri, SFK-B grubundan daha düşük bulunurken, KOH-PÇ değerleri her iki soya küspesi grubunda da benzer sonuçlar göstermişlerdir. SFK-A grubunun TİA-A ve R-lizin değerleri, SFK-B grubundan daha düşüktür ($p<0,05$).

Bu çalışmada her iki analiz metodu sonucuna göre, piyasada TYS ve SFK yemlerinin üretim şekillerinde ve içeriklerinde çok farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Isıl işlem parametrelerinin de hem TYS örneklerinde hem de SFK örneklerinde, uygulanan sıcaklık derecesine ya da protein içeriklerine bağlı olarak değiştiği gözlenmiştir. TYS ve SFK'lerinin kalitelerini bu ısıl işlem parametreleri üzerinden etkilerini daha iyi değerlendirmek için, in vivo çalışmalara özellikle farklı yaştaki etlik piliçlerde besleme çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Amino asit, Antibesinsel faktörler, Isıl işlem, Koh-pç, Pdi, Reaktif lizin, Soya, Tripsin inhibitör aktivitesi.

ABSTRACT

DETERMINATION OF TEMPERATURE PROCESSING DAMAGE IN SOYBEAN PRODUCTS

Tümer Kahramanoğlu ř. Aydın Adnan Menderes University, Institute of Science, Department of Animal Science, Master's Thesis, Advisor: Prof. Dr. Mürsel ÖZDOğAN, Aydın, 2024.

In this study, it was aimed to determine the nutritional contents of raw soybeans, full-fat soybeans (FFS) produced with different heat treatments, and soybean meals (SBM) with different protein contents by both chemical and NIR spectrophotometric methods. In addition, it was aimed to measure the heat treatment parameter values by NIR spectrophotometric method.

This study was conducted with samples collected from large capacity soybean feed producers. Raw soybean and FFS samples were collected from full fat soybean producing enterprises at different process temperatures. Twent-five samples were taken for each treatment group and a total of seventy-five samples were analyzed. Groups the from research included control group with the raw-soybean, full-fat soybeans processed at the usual cooking temprature of 119-134 °C (FFS-NS), and full-fat soybeans processed at a high cooking temprature of 135-140 °C (FFS-FS). At the same time, a total of 50 soybean meal (SBM) samples were collected from different commercial feed undertakings. According to the results of analysis, the samples were seperated into two groups based on their crude protein contents 44-46% HP (SFK-A) and 47-48,5% HP (SFK-B). Chemical analyzes of all samples (dry matter, crude ash, crude protein, ether excrate) were conducted. Essenstial nutrient analyses, lysine and methionine amino acid analyses, thermal processing analyses (Protein dispersibility index, protein solubility in KOH, trypsin inhibitor activity, reactive lysine) were conducted on the same samples using a Near Infrared Reflection Spectrophotometer (NIRS), and reactive Lysine values were determined.

According to the chemical and spectrophotometric analyses of FFS, differences in dry matter (DM, ash, crude protein (CP), ether excrate (EE) and nötral detergent fiber (NDF)

values between raw soybeans and FFS roasted at two different temperatures were observed ($p < 0,05$). At the same time, according to the spectrophotometric analysis results, the lysine and methionine values of the FFS groups processed at different temperatures were found to be higher than those of the raw soybean group ($p < 0,05$). Among the thermal processing parameters, the Protein Dispersibility Index (PDI) value was lower in the full-fat soybean groups, while the KOH protein solubility (KOH-PS) and Trypsin Inhibitor Activity (TIA-A) values exhibited a linear decrease with increasing temperature in the full-fat soybean groups ($p < 0,05$).

According to the chemical and NIR Spectrophotometric analyses of the SBM groups, the differences in CP, crude fiber (CF), acid detergent fiber (ADF), NDF and fosfor (P) values between two meal groups was found to be significant ($p < 0,05$). Additionally, the NIR spectrophotometric levels of methionine and lysine amino acids in the SFK-B group were higher compared to the SFK-A group ($p < 0,05$). Moreover, the protein dispersibility index (PDI) value of the SFK-A group was lower than that of the SFK-B group, while KOH protein solubility (KOH-PS) values showed similar results across both soybean meal groups. The trypsin inhibitor activity (TIA-A) and reactive lysine (R-lysine) values of the SFK-A group were lower than those of the SFK-B group ($p < 0,05$).

According to the results from both analysis methods, there are significant differences between production methods and contents of TYS and SFK in market. Variations in thermal processing parameters were observed, depending on the applied temperature or protein content, for both FFS samples and SBM samples. In vivo studies, particularly feeding trials with broiler chickens of different ages, are necessary for a more comprehensive evaluation of the quality of FFS and SBM and their effects on these heat treatment parameters.

Key Words: Amino acid, Anti-nutritional factors, Heat treatment, Koh-ps, Pdi, Reactive lysine, Soybean, Trypsin inhibitory activity.

1. GİRİŞ

Türkiye’ de hayvancılık girdilerinin büyük kısmını besleme maliyetleri oluşturur. Bir işletmenin toplam maliyetinin yarısından fazlasını yem maliyetleri oluşturur. Bu sebeple de hayvancılık problemlerinin başında yem bitkileri yetiştiriciliği ve kaliteli kaba yem kaynağı açıklığı gelir. Kaliteli protein kaynaklarının yetersiz olması karşılaşılan diğer büyük sorundur. Bunun yanında yem rasyonları hazırlanırken hammaddelerin kalite kriterlerini sağlamak da oldukça önemlidir. Kaliteli hayvansal üretim yapabilmek için hayvanların kaliteli yemlerle beslenmesi gerekir ve dolayısıyla kaliteli hammaddelerin temin edilmesi şarttır.

Hayvancılığın gelişmesi için uygun fiyatlı, kaliteli beslemenin düzenli olarak da sağlanması gerekmektedir. Yüksek verimli ırkların kullanılmasına ek olarak besin madde gereksiniminin yeterli ve dengeli bir şekilde karşılayacak rasyonlarla besleme yapmak gerekmektedir.

Hayvancılık sektöründe Türkiye’ de yem fabrikalarında üretilen yemlerin yaklaşık %50’si kanatlı hayvanlar için üretilen karma yemlerdir. Bu yemlerde; kaliteli protein kaynağı olarak soya küspesi, tam yağlı soya kullanılırken, amino asitlerden lizin ve metiyonin tamamlayıcı amino asitler öncelikli olarak kullanılmaktadır. Tüm Dünyada, soya ürünleri; kanatlı, domuz, büyükbaş, küçükbaş, balık ve pet hayvanlarının yemlerinde önemli bir protein kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır (Bilgüven ve Karabulut, 1996; Çiftçi vd., 2006; Ergin ve Aydemir, 2018; Lim ve Akıyama, 1989; Ravindran vd., 2014).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde yemlerde protein kaynağı olarak en çok balık unu tercih edilse de balık ununun sebep olduğu birtakım hastalıklar ve fiyatından dolayı alternatif protein kaynakları üzerinde durulmaktadır. Son dönemlerde soya ürünlerinin balık beslemede kullanımı ve sindirilme oranları üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bitkisel protein kaynakları arasında soya grubunun yüksek protein içeriği ve dengeli amino asit içeriğinden dolayı hayvan besleme için soya ürünlerine olan ilgi sürekli artmaktadır (Yiğit ve Ustaoglu, 2003).

Soya fasulyesi ve soya ürünlerinin bu baskın konumu, özellikle protein ve amino asit profili açısından yüksek kalitede olmasıyla doğrudan ilişkilidir. Uygun işleme veya ekstraksiyondan sonra, protein fraksiyonunun sindirilebilirliği yüksek olur ve amino asit profili, hayvan gereksinimlerini karşılamak için tahıllarla yakın bir değerde görülür. Bununla

birlikte, işlenmemiş ham soyanın besin değerlerini düşürme potansiyeline sahip birçok faktör içerir. Bu nedenle, özellikle tek mideli hayvanların beslenmeleri söz konusu olduğunda, bu anti-besinsel faktörleri ortadan kaldırmak için soya fasulyesinin çeşitli işlemlerle muamele edilmesi gerekir. Bu işlemler, soya fasulyesi küspesi veya tam yağlı soyanın üretim sürecindeki uygulama farklılıklarıyla birleştiğinde, kalite farklılıklarının oluşmasına yol açmaktadırlar.

Soya üretimi ve hayvan beslemede kullanımı arttıkça hammaddeyi ifade eden kalite kriterleri de genişlemektedir. Bu sebeple yeni analiz metotları ve cihazlarla kalite ölçütleri güncellenmektedir. Soya küspesi ve tam yağlı soyalar, kanatlı hayvanlarda öncelikli sindirilebilir amino asit kaynakları olduğu için kalite değerlerini doğru tespit etmek önemlidir. Soya grubu yemlerin, besin madde analizlerinin yanı sıra kalite analizlerine de öncelik verilmektedir. Soyanın işlenmeden önce ve işlendikten sonra, yetersiz işlemenin göstergesi olabilmesi adına tripsin inhibitör aktivitesinin belirlenmesi önceliklidir. Aşırı işlemeyi tespit etmek için KOH-Protein çözünürlüğü, anti besinsel faktörleri yok ederken aşırı sıcaklık işlemenin verdiği zararı belirleyebilmek için başta lizin olmak üzere bazı amino asit analizlerinin yapılması ve PDİ'nin hesaplanması üzerinde durulmaktadır. Ayrıca ısı işlem sırasında reaksiyona girmeye en yatkın amino asidin lizin olduğu kabul edilirse, reaktif lizin miktarının ölçülmesi önem taşımaktadır.

Bu çalışmada; ham soya, normal pişirme sıcaklığı 119-134°C (TYS-NS, yaygın kullanılan pişirme sıcaklığı) ve yüksek pişirme sıcaklığında 135-141°C (TYS-YS) ısı işlem görmüş tam yağlı soya örnekleri, besin madde analizleri ve yem kalite parametrelerine göre değerlendirilirken, protein içeriğine göre gruplandırılmış iki farklı soya küspesi örnekleri de kendi arasında besin madde analizleri ve yem kalite parametrelerine göre değerlendirilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Ham Soya

Soya (*Glycine max L.*) bitkisi 4 bin yıllık bir geçmişe dayanır ve anavatanı Çin'dir. Yirminci yüzyıldan sonra batılı ülkeler, soya endüstrisinde çalışmaya ve bilgi birikimini arttırmaya başlamışlardır. Soya, farklı iklim tiplerine uyum gösteren değerli bir bitkidir. Baklagil bitkisi olan soyanın ekimiyle toprağın azot seviyesini arttırdığı ve ikinci ürünlerde verim yönünden artış gösterdiği bilinir. Dünya soya üretiminde başlıca ülkeler ABD, Brezilya, Arjantin ve Çin'dir. Dünya üzerinde soya üretimi içerisinde bu ülkeler büyük bir parçayı oluşturmaktadır.

Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü (TEPGE, 2023) verilerine göre Dünya' da soya üretimi 2022-2023 yılları arasında yaklaşık 372,238 milyon ton, Türkiye'de soya üretimi 2022 yılında 155 bin ton olarak tahmin edilmiştir.

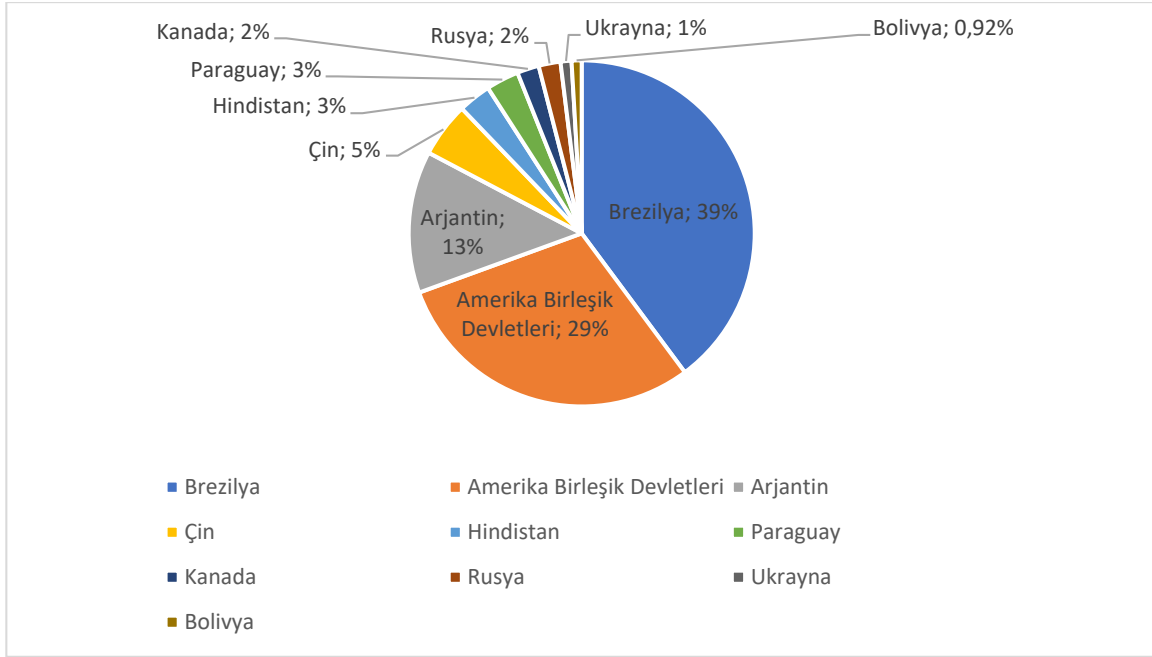
Soya tohumu bir çift kotiledon, kabuk ve embriyo olarak üç kısımdan oluşan baklagil tohumudur (Nilüfer ve Boyacıoğlu, 2007). Yağlı tohumlar arasında en fazla protein miktarına sahip olan bitki soyadır. Tanesinde yaklaşık %35-45 ham protein, %30 karbonhidrat, %18-24 ham yağ bulundurur ve besleyicilik olarak değerlidir (Güler ve Emeksiz, 2014). Soya fasulyesi dünyada yağı üretilen mahsullerin başında gelir ve yağ üretiminin yaklaşık %48' ine katkıda bulunur (Padalkar vd., 2022).

Ayrıca biyodizel üretiminde ağırlıklı olarak gıda üretiminde kullanılmayan yağlar kullanılmaktadır. Hayvansal kaynaklı yağlar da kullanılmaktadır. Çoğu biyodizel üretiminde soya veya kolza yağları kullanıldığı bildirilmektedir (Kutlu ve Özen, 2009).

Tüm Dünya' da hayvan rasyonlarında soya önemli bir hammaddedir. Soya hayvansal gıda grubundaki materyallere benzer protein yapısı göstermesi sebebiyle önemli bir yem hammaddesidir. Hayvancılıkta soya verimlilik sebebiyle kullanımı yaygın ve fazladır. Soya alternatiflerine kıyasla içerik olarak, yüksek besleme değerlerine sahip olmasıyla dikkat çeker.

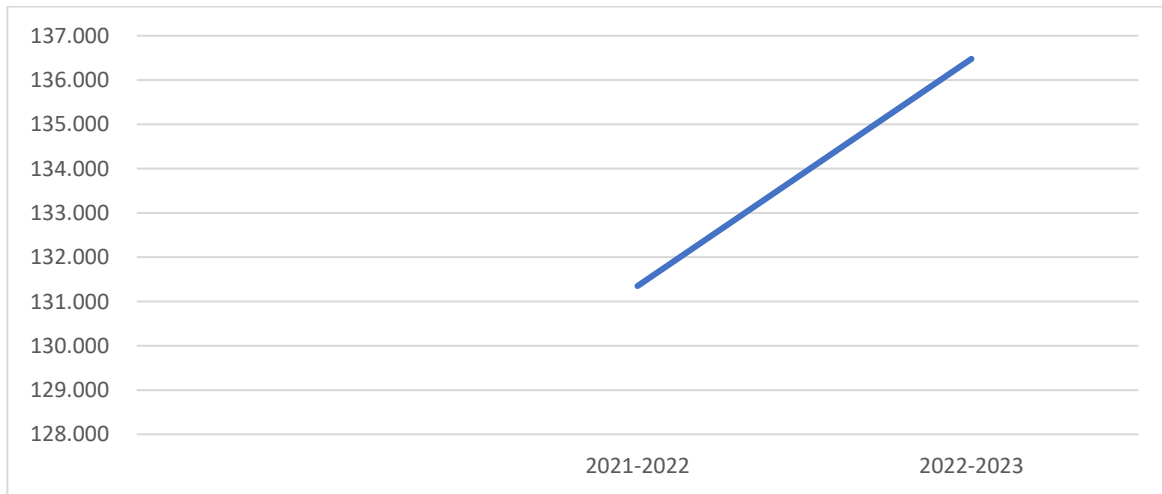
2.1.1. Dünyada Soyanın Yeri

Dünya'daki soya üretiminin başlıca ülkeleri Brezilya, Amerika Birleşik Devletleri, Arjantin ve Çin'dir (Şekil 2.1). Üretimin büyük kısmını bu dört ülke kapsar (USDA, 2024).



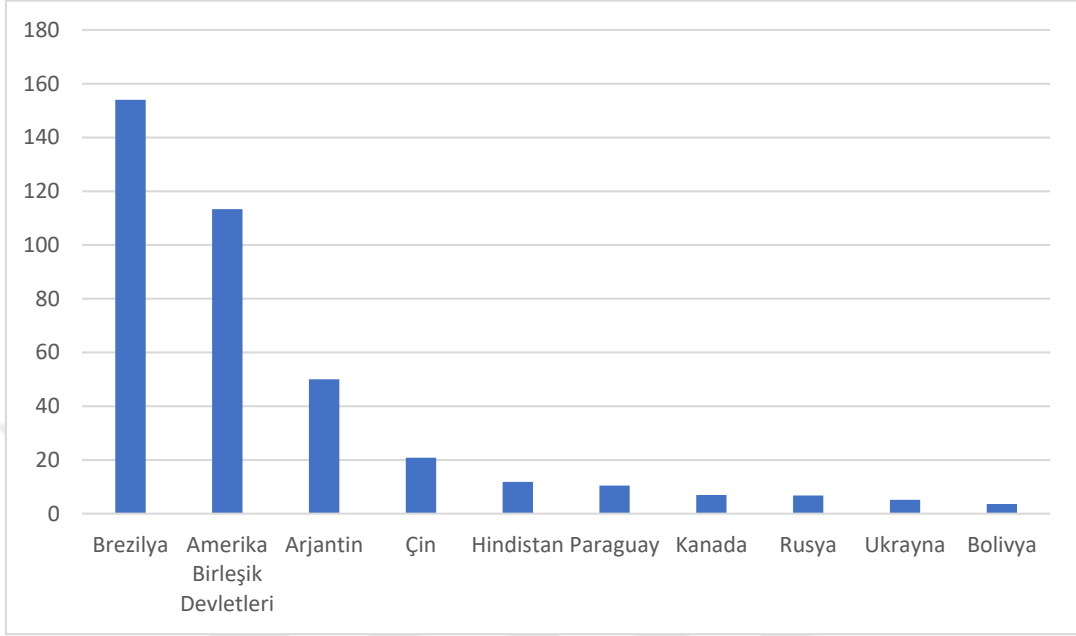
Şekil 2.1. Dünya soya üretimi yüzdeleri

Grafikteki güncel verilere göre soya üretiminde Brezilya %39, ABD %29, Arjantin %13 ve Çin %5 oranda üretimi kapsar.



Şekil 2.2. Yıllara göre soya üretim alanları (milyon ha)

Dünyadaki soya üretim alanları Şekil 2.2' de gösterilmiştir. 2021-2022 yıllarında 131,45 milyon ha iken, 2022-2023 yıllarında 136,48 milyon ha üretim alanına yükselmiştir (USDA, 2024).



Şekil 2.3. Dünyadaki soya üretiminin 2023-2024 yılları arasındaki dağılımı

Şekil 2.3' de 2023-2024 yılları arasında Dünyadaki soya üretimi ülkelere göre değerlendirildiğinde, en yüksek üretim 154 milyon metrik ton ile Brezilya, ardından 113,34 milyon metrik ton ile ABD ve 50 milyon metrik ton ile Arjantin takip etmiştir. En az üretim alanı 3,65 milyon metrik ton ile Bolivya olmuştur.

2.2. Soya Küspesi

Soya küspesi amino asit bileşimi ve yüksek sindirilebilirliği nedeniyle tüm hayvanlar için vazgeçilmez bir protein kaynağıdır (Willis, 2003). Soya küspesi özellikle tek mideli hayvanların beslenmesinde temel protein kaynağı olarak kullanılmaktadır. Soya küspesinin içerdiği ham protein miktarı yağ çıkarma yönteminden etkilenebilir. Yüksek ham protein içeren soya küspeleri genellikle kabuksuz olarak üretilir (Yasohtai, 2016). Balık unu dahil tüm yağlı küspeler içerisinde soya küspesi, Dünya'da protein ağırlıklı yem hammaddeleri grubunun üçte ikisini temsil eder (Oil World, 2010).

Soya küspesi kanatlı rasyonlarında ana protein kaynağıdır ancak bu protein kaynağının değerli olabilmesi için anti-besinsel faktörlerin ısı ile işleme düşürülmesi gerekmektedir. Bu durumda ısı ile işlemin uygun şartlar taşıması önemlidir. Yüksek ısı ile işleme uygulamalarında amino asit yararlanabilirliğinin azalacağı belirlenmiştir (Lee ve Garlich, 1992).

Hayvan beslemede çok büyük kullanım oranına sahip soya fasulyesi tüm Dünya'da hayvan besleme için yaygın olarak kullanılmaktadır. Piyasada farklı soya küspesi çeşitleri vardır. Bunlar; çözücü ile ekstrakte edilmiş ekstraksiyon SFK, mekanik olarak sıkılmış ekspeller SFK, ekstrude edilmiş SFK, tam yağlı soya, izole edilmiş soya proteini, soya proteini konsantresi, soya oligosakkaritleri ve fermente soyadır (Tunç, 2017).

Etlik piliçlerde yapılan bir çalışmaya göre soya küspesi ve pamuk tohumu küspesi içerikli ve keratinaz katkısı eklenerek hazırlanan yemlerde, enzim katkısının etkisiyle bağırsak sindirilebilirliği villi yüksekliği ve kript derinliği artmış, besi performansı iyileşmiştir (Wang vd., 2008).

Bulut (2010) yaptığı çalışmada, Türkiye'de işlenen soya küspelerinden örnekler toplanmış, soyanın orijini ve işleme koşulları bilgileri temel olarak dikkate alınmış, 5 gruba ayrılmış ve ham protein, kuru madde, %0,2'lik KOH'te protein çözünürlüğü, anti-tripsin aktivitesi, üreaz aktivitesi testleri yapılmış. Araştırmanın sonucunda farklı orijinlere ait soya küspesi örneklerinde ham protein ve üreaz aktivite değerlerinin değiştiği görülmüştür. Değişen ham protein değerlerinin nedenini ekstraksiyon öncesinde ayrılan kabuk oranlarındaki farktan kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir. Çünkü en yüksek ham protein oranı en yüksek kabuk ayırma oranında, en düşük ham protein oranı ise en düşük kabuk ayırma oranında olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları dikkate alındığında, tripsin inhibitör aktivitesi ilk belirleyici olarak ve sonrasında %0,2'lik KOH'te protein çözünürlüğü testlerinden yola çıkılarak protein kalitesinin saptanabileceği ortaya konmuştur. Ayrıca üreaz aktivitesinin saptanması anti-besinsel faktörlerin saptanmasında yeterli olmadığı bildirilmiştir.

Kuenz vd. (2022) yaptıkları çalışmada, farklı tripsin inhibitör aktivitesini (TİA) içeren ekspeller soya fasulyesinin, erkek etlik civcivlerin (Ross 308) kör bağırsağın giriş bölümündeki amino asit sindirilebilirliği ve hayvan performansları incelenmiştir. Çalışmada işlenecek ham soyalar iki homojen gruptan oluşturulmuştur. Grup 1; Almanya'da hasat edilmiş ve konvansiyonel olarak üretilen (Sultana doğal), TİA değeri 37,3 mg/gr içeren soyalardan oluşturulmuş, Grup 2; Romanya'da hasat edilmiş ve organik olarak üretilmiş

(Merlin doğal) TİA değeri 40,5 mg/g içeren soyalardan oluşturulmuştur. Her bir grup 4 farklı muamele grubuna ayrılarak ısıtma işlemi, hidrotermal, expander ve fırınlama işlemlerinden geçirilmiş tam yağlı soya grupları oluşturulmuştur. Isıl İşlem; 40 saniye 115 ile 120 derece arasında kavurma; hidrotermal işlem 103 derece 40 dakika; ekspander, 110 ile 130 derece arasında maksimum 5 saniye; fırınlama yöntemi, 130-190 derece ısıya sahip hava sirkülasyonu ile 20 ile 40 dakika arasında işlem uygulanmıştır. Yapılan işlemler neticesinde 46 farklı uygulama gerçekleştirilmiş ve 45 adet soya küspesi elde edilmiştir. Grupların ortalama TİA değerleri (0,4 mg/g-8,5mg/g) arasında değişmiştir. Etlik piliçlerin 22. gündeki canlı ağırlık, günlük canlı ağırlık artışı, günlük yem tüketimi ve FCR, TİA değerinin, grupların ortalamalarına göre düşük bulunmuş ve istatistiksel açıdan önemli görülmüştür. Kör bağırsağın girişinde protein ve amino asit sindirilebilirlikleri incelendiğinde, protein, esansiyel ve esansiyel olmayan amino asitler, lizin, metiyonin ve sistin sindirilebilirliklerinin düştüğü saptanmıştır. Ayrıca metionin+sistin/ lizin oranında düşüş olduğu belirlenmiştir.

Palacios vd. (2004a) kanatlı ve domuzlarda yapılan bir çalışmada, ham soya ile soya küspesinin etlik piliçlerde etkilerini araştırmışlardır. Soya küspesi tüketmiş etlik piliçlerde günlük canlı ağırlık artışı 20-25 gram iken, ham soya tüketmiş grupta günlük canlı ağırlık artışı 10-15 gram olarak belirlenmiştir. Domuzlarda da soya küspesi tüketmiş grupta günlük canlı ağırlık artışı ortalama 400 gram iken, ham soya tüketmiş grupta günlük canlı ağırlık artışı 100 gram olarak belirlenmiştir. Bunun sebebinin ise işlem görmemiş soya çekirdeklerinde bulunan anti-besinsel faktörler olduğu bildirilmiştir.

Giallongo vd. (2015) yaptıkları bir çalışmada ekstruder soya küspesinden elde edilen ve 2 farklı ekstruder sıcaklığında işlem görmüş 149 derece (LTM) ve 171 derece (HTM) ve ekstraksiyon soya küspelerinin holstein ırkı ineklerdeki etkisine bakılmıştır. LTM içerikli rasyonları tüketmiş ineklerin kuru madde alımı, süt miktarı, sütün laktoz miktarı azalmış ve PUN değeri düşmüştür. Süt yağında ise artış yaşanmıştır. HTM'li soya küspesi içeren rasyonları tüketmiş ineklerin plazma üre azotunda artışa neden olmuştur. Ayrıca kuru madde, organik madde ve ADF sindirilebilirliği, LTM'li rasyonları tüketmiş ineklere göre artış göstermiştir.

Pacheco vd. (2014) ekspeller ve ekstraksiyon soya küspelerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, ekspeller soya küspesinin ekstraksiyon soya küspesine göre, daha fazla yağ ve protein içerdiğini ancak daha yüksek tripsin inhibitör aktivitesi barındırdığını bildirmişlerdir. Bu sebeple ekspeller küspenin parçacık boyutunu arttırarak civcivlerde tripsin inhibitör

aktivitesi toleransını arttırmayı hedeflemişlerdir. Çalışmada 9,6 mg'dan fazla tripsin inhibitörü içeren rasyonların ekspeller soya küspesinin partikül boyutu arttırıldığında canlı performansını iyileştirmek için alternatif olabileceği bildirilmiştir.

Hemetsberger vd. (2021) soya küspesiyle yaptıkları bir çalışmada, 110 ve 120 derecede kısmen yağlarını aldıkları soyaların ısı işlem etkisini ve etlik piliçlerde büyüme performansını, besin sindirilebilirliğine etkisini incelemişlerdir. Bu iki ısı derecesinin de yeterli deaktivasyon etkisinde olduğunu, yetersiz ısı işlem ile hayvanlarda daha az ağırlık artışı ve daha az yem alımı gözlemlemişlerdir. 120 derecede ısı işlem gören soya küspesinin büyüme performansında herhangi bir olumsuzluk kaydedilmediği ancak amino asit sindirilebilirliğinin azaldığını ortaya koymuşlardır.

Villegas vd. (2024) yaptıkları bir çalışmada, 3 farklı sıcaklıkta işlenmiş ticari ekspeller soya küspesinin büyüme performansı, amino asit sindirilebilirliği ve bağırsak bütünlüğü üzerine etkisini araştırmışlardır. Ekspeller soya küspelerine uygulanan sıcaklıklar az, normal ve aşırı pişmiş olarak sırasıyla 154°C, 182°C ve 199°C olarak kaydedilmiştir. Aşırı pişmiş (199°C) ekspeller soya küspesiyle beslenmiş piliçlerde 14, 23 ve 35. günlerde önemli derecede daha düşük canlı ağırlık artışı ve yem tüketimi ve daha yüksek yemden yararlanma oranı kaydedilmiştir. Bunun yanında az pişmiş (154°C) ekspeller soya küspesiyle beslenen piliçlerde 14.günde daha düşük ağırlık artışı kaydedilmiştir.

Clarke ve Wiseman (2005) farklı kökenli soyalarda, tam yağlı soyaların tripsin inhibitör aktivitesini 1,1-3,4 mg/g aralığında, soya küspesi için 1,7-2,9 mg/g olarak tolere edilebilir değerler olarak bildirmişlerdir.

2.3. Tam Yağlı Soya

Ham soya kırıldıktan sonra, buharlı veya kuru sürtünmeli ısı işlem görmüş ürüne tam yağlı soya olarak adlandırılır. Tam yağlı soya besleme içeriği bakımından zengindir. Kanatlı ve ruminant beslemede değerli bir hammadDEDİR. Tam yağlı soya yüksek protein içeriğine sahiptir. Ayrıca soya, linoleik asit, E vitamini ve lektin içeriği olarak zengin bir hammadDE olmasının yanında ısı işlem uygulamasıyla süt sığırları ve besi hayvanları açısından by-pass protein miktarını arttırmaktadır (Özçınar, 2021).

Hayvan besleme uzmanları, tripsin inhibitörün zararlı etkilerinden kaçınmak için tripsin inhibitörün %85 oranında azaltılması gerektiğini savunmaktadır. Yaş ve kuru ekstrüzyon, soyadaki tripsin ve üreaz aktivitelerinin azaltılmasında etkilidir. Tam yağlı soya küspesinde lizin içeriğine zarar vermeden tripsin inhibitörünün %90'undan fazlasını yok etmek için kullanılan yöntemlerdendir. Yapılan çalışmalarda tam yağlı soyadaki tripsin inhibitörünün en çok düştüğü sıcaklık aralığının 150-160 derecede %9-11 nem içeriğine sahip soyalarda gerçekleştiği saptanmıştır (Riaz, 2007).

Önceki yıllarda hayvan beslemede yem hammaddelerindeki anti-besinsel faktörleri elemine etmek için kullanılan ekstrüzyon yöntemi, son zamanlarda daha fazla uygulamaya geçmiş yaygın hale gelmiştir. Ekspander ya da ekstruder yöntemiyle ham soyanın nişastasındaki jelatinizasyon artarak, başta anti-besinsel faktörlerin yok edildiği ve toplam yemde sindirilebilirliğin, lezzetin ve buna bağlı olarak yem tüketiminin arttığı kabul edilmektedir (Kutlu ve Çelik, 2005). Ayrıca, soyada da buluana lektin miktarının artması villus uzunluklarını ve emilimini azaltmakta, kript derinliğini ve hücre bölünmesini artırmaktadır. Bu durum amino asit kayıplarının yaşanmasına neden olmaktadır.

Heger vd. (2016) etlik piliçlerle yaptıkları bir çalışmada performansı etkilemeden hangi miktarda tripsin inhibitörünü tolere ettiğini, tam yağlı soyaya uygulanan farklı ısıl işlemlerin besi performansı ve organ ağırlıkları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Ham soya veya az sıcaklıkla işlenmiş soya ile beslenmiş grubun büyüme performansı, soya küspesi ile beslenmiş gruba göre önemli ölçüde azalmıştır. Rasyonlarda ham soya kullanımı özellikle genç etlik piliçlerde büyümeyi engelleyici bir faktördür (Grant, 1989).

Rocha vd. (2014) yaptıkları çalışmada; ham soya, 150 °C de ısıl işlem görmüş tam yağlı soya ve 180°C de aşırı ısıl işlem görmüş tam yağlı soyanın değişik oranlarını içeren 3 farklı yemlerle etlik piliçler beslenmişlerdir. Ham soya ile beslenen hayvanlarda normal ve aşırı işlem görmüş tam yağlı soyaya oranla daha yüksek goblet hücresi ve siyalik asit seviyesi gözlemlenmiştir. Çalışmada %15 ham soya eklenen rasyonla beslenmiş grubun bağırsak villusları, %10 deaktif tam yağlı soya + %5 aşırı işlem görmüş tam yağlı soya içeren rasyonla beslenmiş gruba göre daha kısa olduğu bildirilmiştir. Ham soyalı rasyonla beslenmiş gruptaki hayvanların pankreas ağırlığı, ısıl işlem gören tam yağlı soya ile beslenmiş gruba göre önemli derecede daha ağır olarak saptanmıştır. Isıl işlem görmeyen soyanın ham halde kullanılması bağırsak epitelinin bütünlüğüne zarar vermiş ve pankreas yapısını olumsuz etkilemiştir. Aşırı ısıl işlem uygulanması halinde ise soyanın amino asit profilinin olumsuz etkileneceği ve yem

tüketimini azaltacağını bildirmişler ve soya ısıl işlem uygulamasının önemini vurgulamışlardır.

Leeson ve Atteh (1995) etlik piliç üzerine yaptıkları çalışmada ise; tam yağlı soyayı işleme tekniği olarak bütün ve öğütülmüş şekilde gruplayarak 80°C, 100°C, 120°C ve 140°C ekstrüzyon yöntemiyle ısıl işlem uygulamışlar ve bu tam yağlı soyaları rasyonlarda, %30 oranında kullanmışlardır. Farklı ekstrüzyon sıcaklığı hayvanların ağırlık artışı, yemden yararlanma oranı ve ölüm oranı üzerine fark yaratmıştır. Ayrıca, öğütülmüş ve bütün formda ısıl işlem görmüş tam yağlı soyalardaki tripsin inhibitör aktivitesi sırasıyla 12,9 ve 12,4 mg şeklinde kaydedilmiştir. Çalışmada tripsin inhibitör aktivitesi 140°C sıcaklığa çıktığında düştüğü ancak daha düşük derecede uygulanan ısıl işlemlerde tripsin inhibitör aktivitesini 10 miligramın altına düşürmede başarılı olmadığı sonucuna varılmıştır. Ekstrüzyon öncesi öğütmenin tripsin inhibitör aktivitesine bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir.

Perilla vd. (1997) etlik piliçleri; soya küspesi, 5 farklı sıcaklık (118°C, 120°C, 122°C, 126°C, 140°C) ıslak ekstrüzyon uygulanmış tam yağlı soyaları içeren rasyonlarla beslemişlerdir. Çalışmada 118°C ve 120°C'de işlenmiş tam yağlı soyalı rasyonları tüketenlerde diğerlerine kıyasla önemli ölçüde daha düşük vücut ağırlığı ve pankreas hipertrofisi gözlemlenmiş ve maksimum pankreas gelişimi 122°C ve 126°C sıcaklıkta işlenmiş tam yağlı soyalarda kullanıldığı hayvanlarda gözlemlenmiştir. Minimum pankreas ağırlığı 140°C işlenmiş tam yağlı soyalarda kullanıldığı hayvanlarda gözlemlenmiştir.

Clarke ve Wiseman (2005) tam yağlı soya ve soya küspesinin geniş getirmeyen hayvanlarda pankreas boyutu ve amino asit sindirilebilirliğini incelemişlerdir. Gruplarda tripsin inhibitör aktivitesi 1,1 ve 3,6 mg/g aralığında değerler göstermiş ve tolere edilebilen aralıkta kalmıştır. Ancak amino asit sindirilebilirlik katsayısı özellikle lizin için soya küspesinde 0,755 ve 0,884 aralığında, tam yağlı soyada ise 0,778 ve 0,848 aralıklarında farklılıklar göstermiştir. Tripsin inhibitör aktivitesi istenen aralıkta kalsa da rasyona eklenen soya ürünleriyle pankreas ağırlığının arttığı, rasyon hazırlarken soya kullanım oranının dikkate alınması gerektiği bildirilmiştir.

Ruiz vd. (2004) tam yağlı soya ile yaptığı çalışmada; ıslak ekstrüde ve kuru kavrulmuş soyanın protein kalitesine etkisini in vivo olarak sindirilebilir amino asit analizi, anti-besinsel faktörleri incelemişlerdir. Gruplar; ham soya kontrol grubu, farklı sıcaklıklarda ıslak ekstrüzyon (118°C, 120 °C, 122 °C, 126 °C, 140 °C) ve kuru kavurma (113 °C, 120 °C, 130 °C, 135 °C, 150 °C) işleminden geçirilmiş tam yağlı soya yemleridir. Islak ekstrüde de

sıcaklık arttıkça tripsin inhibitör aktivitesi düşmüş 50,8 mg/g dan 4,7 mg/g a düşmüş, ancak amino asit sindirilebilirliği özellikle lizin (%94) ve metiyonin (%91) 126 °C ısı işlem uygulanmış tam yağlı soyalarda diğerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Kuru kavurma da sıcaklık arttıkça tripsin inhibitör aktivitesi 56,3 mg/g dan 2,1 mg/g a düşmüştür ancak yine en iyi amino asit sindirilebilirliği kuru ekstrüzyon ile 130 °C sıcaklıkta başta lizin (%92) ve metiyonin (%82) olduğu bildirilmiştir.

Toklular ile yapılan bir çalışmada, tam yağlı soyanın ısıtma ve öğütme işlemleri ile rasyonlarda kullanımının hayvan performansı ve hammaddelerin sindirilme derecesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Ham soyayı 120°C 1 saat ısı işlemine maruz bırakıp öğütürerek elde ettikleri tam yağlı soyalı rasyonlar kuzularda performans ve organik madde, ham protein, azotsuz öz maddenin sindirilme derecesini olumlu yönde etkilemiştir (Çiftçi vd., 2006).

2.4. Ham Soyadaki Beslemeyi Engelleyici Faktörler

Soya fasulyesi ağırlığının %90'ını kotiledonlar, %8'ini kabuk ve %2' sini hipokotil oluştururlar. Büyük kısmını oluşturan kotiledonlar yüksek oranda protein ve yağ içeriğine sahiptir. Bunların oranı ve bileşimi, soyanın çeşidine, büyüme mevsimine, sıcaklığa, toprağa ve tarımsal uygulamaya göre değişiklik gösterebilir (Kouris-Blazos ve Belski, 2016). Kotiledonlar soyanın büyük kısmını oluşturduğundan önemli besin değerlerini içerirken anti besinsel faktörleri de bu kısımda bulundurlar.

Ham soya beslemeyi-engelleyici faktörleri içerdiğinden hayvan beslemede bu şekilde kullanımı tavsiye edilmez. Bu faktörlerden bazıları tripsin ve kimotripsin inhibitörleri, lektin, üreaz ve guatrojenik faktörlerdir. Tüm bu faktörler protein yapısında olduğu için, tam yağlı soyanın üretilirken protein değerlerinde herhangi bir tahribat yaşanmamasından emin olunması gerekmektedir.

Soya fasulyesi değerli bir yem ham maddesi olabilmesi için ısı işleminden geçirilmesi gerekmektedir (Palliyeguru vd., 2010; Nikmaram vd., 2017). Isıl işleminden geçirilmeyen bir soyanın içerisindeki fitotoksik denilebilecek beslemeyi engelleyici faktörleri ve uygun olmayan şartlarda depolanmasında oluşan mikrobiyal içeriğinden dolayı, hayvanların sindirim fizyolojisinde sorunlar oluşturmakta, yemden yararlanmanın kötüleşmesi ve hatta

sağlığının bozulmasına yol açabilmektedir (Liener, 2000; Mantovani vd., 2011; Woyengo vd., 2017).

Ham soya yüksek miktarda protein içeriğine sahiptir. Yüksek miktarda anti-besinsel faktörleri de içeriğinde bulundurur bu nedenle ham olarak rasyonlara eklenmesi tavsiye edilmez (Sharma vd., 2014). Bu anti-besinsel faktörlerden biri anti-tripsin faktördür. Tripsin inhibitörü olarak bilinir ve proteinin yararlanabilirliğini azaltır. Bunun sebebi serbest amino asit salınımını elemine etmesidir. Tripsin ve kimotripsin aktivitesi baskıya uğradığında pankreas hipertrofisi meydana gelir çünkü pankreasta enzim salınımı artmış olur. Tripsin inhibitör aktivitesi belirlenirken, toplam inhibitörleri ölçülür. Bu toplam inhibitörler, Kunitz Tripsin İnhibitörü (KTI) ve Browman-Birk İnhibitörüdür (BBI), bu iki farklı tip inhibitörün konsantrasyonu ve etkilerini gösterir (van Eys ve Ruiz, 2021). Soya fasulyesindeki toplam tripsin inhibitörünün %80'i Kunitz tripsin inhibitörü ve %20'si Browman-Birk tripsin inhibitörüdür (Evans vd., 2021). Tripsin inhibitörün artması, tripsin sentezinin artmasına neden olur ve buna bağlı olarak protein yıkımı artar, bu da amino asit kayıplarının yaşanmasına neden olur. Lektin ise özellikle büyümeyi engelleyici rol oynar (Bulut, 2010; Wajid vd., 2020). İçeriğindeki anti-besinsel faktörler hayvanların performansını olumsuz etkiler ve büyümeyi sınırlandıran etkiye sebep olur (Lambo vd., 2024).

Ham soya bu anti-besinsel faktörlere ek olarak oligosakkaritler, nişastasız polisakkaritler ve fitat gibi ısıya dayanıklı anti-besinsel faktörü de içerir ve bu faktörler kalsiyum, fosfor başta olmak üzere yemlerin yararlanamını düşürür (Rocha vd., 2014). Yem dönüşüm oranı ve pankreas ağırlığını baskın şekilde etkileyen en önemli faktör tripsin inhibitör aktivitesidir (Hoffman vd., 2019).

Hayvan beslemede soya fasulyesi kullanımı ilk denemelerde başarısız olmuş, diğer protein kaynaklarıyla kıyaslandığında daha düşük büyüme gözlemlenmiştir. Ancak 1917 yılında yapılan bir çalışmada soya fasulyesini rasyonlara ham halde değil de ısı işlem uygulandığında, sindirimi engelleyen proteaz inhibitörlerinin denatürasyona uğradığını gözlemlenmiştir (Willis, 2003).

Anti-besinsel faktörlerden tripsin inhibitörleri, pankreatik proteazlarla kompleksler oluşturarak üst ince bağırsaktaki aktiviteleri azaltır. Enzim eksikliğini gidermek için dış salgı salınımı (ekzokrin) için pankreas tarafından hipersekresyonu arttırır, ardından pankreas hipertrofisi ve hiperplazisi uyarılır. Az pişmiş soyalar özellikle tek mideli hayvanların

sağlığını ve gelişimini olumsuz yönde etkilemektedirler (Clarke ve Wiseman, 2005; Grant vd., 1995; Pacheco vd., 2014; Palacios, vd., 2004b).

Ham soyanın içerdiği anti besinsel faktörleri uygun ısı ile işlemle yok etmek, besin değerini arttırmak ve hayvan performansındaki kayıpları önlemek mümkündür (Araba ve Dale, 1990). Ham soyaya doğru ısı ile işlem uygulanması anti tripsin aktivitesini %90 oranında ortadan kaldırır. Buna karşılık, aşırı ısı ile işlem uygulaması başta lizin olmak üzere birçok amino asidin hem konsantrasyonunda hem de sindirilebilirliğinde önemli kayıplara neden olabilmektedir (Yasohtai, 2016).

Optimum etlik piliç performansı için tripsin inhibitörlerinin yeterli inaktivasyonu çok önemlidir. Ancak, soyanın besin değerinin düşmesini önlemek için aşırı işlemeden kaçınılmalıdır. Aşırı ısı ile işlem, Maillard reaksiyonuna neden olup amino asit içeriğinin zarar görmesiyle sonuçlanabilir. Lizin, indirgen şekerlerle kolayca reaksiyona giren ve açığa çıkan esansiyel amino asit grubu nedeniyle özellikle hassastır. Maillard reaksiyonunun ileri evresi sırasında, çoğu amino asit ve polipeptit zinciri arasında çapraz bağlanma meydana gelebilir. Böylece bağırsak proteazlarının etkinliği azalır. Gelişmiş Maillard reaksiyonunun bir sonucu olarak amino asitlerin bir kısmı tamamen yok edilebilir. Bu nedenle, soya proteininin verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamak için az ve fazla işleme arasında optimal bir denge bulunmalıdır (Heger vd., 2016).

Baklagil ve buğdaygillerde anti-besinsel faktörler üzerine çalışmalar yapılmış ve getirdiği olumsuzluklar belirlenmiştir. Soya, bezelye ve fasulye tohumlarında tripsin ve kemotripsin inhibitörüne önemle dikkat çekmiştir (Küçükersan vd., 2001). Çoğu baklagilde tripsin inhibitör aktivitesi bulunmaktadır, ancak soyanın içerdiğinin %50'inden daha azdır (Savage ve Morrison, 2003). Anti-besinsel faktörler ısı ile işlem uygulamalarıyla saf dışı bırakılabilmektedir (Liener, 2000). Ham soya fasulyesinin nasıl işleneceği hangi hayvan grubunun beslemesinde kullanılacağına göre farklılık gösterir.

Soya içerdiği tripsin inhibitörü ile pankreas hipertrofisine neden olmaktadır ve ham soya ile beslenen tavuklarda pankreatik hipertrofinin en az 7 günlük beslemeden sonra belirgin olduğu saptanmıştır (Madar, 1979). Tripsin inhibitörünün neden olduğu pankreas büyümesine, ince bağırsağın üst kısmındaki tripsin veya kimotripsin konsantrasyonuna yanıt olarak enzim salgılanmasını düzenleyen negatif bir geri besleme mekanizmasıyla gerçekleştiği gösterilmiştir (Schneeman ve Lyman, 1975).

Hayvan beslemede ve özellikle kanatlı beslemede anti-besinsel faktörleri yok edilmiş ısıtılmış işlem uygulanmış soya yemleri kullanılmaktadır. Soya çekirdeğinin ısıtılmış işlem uygulanarak elde edilmiş formu tam yağlı soyadır. Tam yağlı soya üretimi için çekirdeğin yağı çıkarılmaz ve ekstrüzyon, kavurma mikronizasyon gibi işlemlere tabi tutulur. Tam yağlı soya içerdiği yüksek miktardaki protein, enerji ve esansiyel amino asitlerin karşılanması nedenleriyle öncelikli olarak etlik piliç, yumurta tavuğu ve hindi beslemesinde yoğun olarak kullanılır (Şenköylü vd., 2004).

Ham soyaya aşırı ısıtılmış işlem uygulanması halinde maillard reaksiyonu meydana gelirken, yetersiz ısıtılmış işlem uygulandığında ise anti-besinsel faktörler aktif düzeyde görülür. Ham soyaya yeterli ve yetersiz ısıtılmış işlem uygulanması hayvanların canlı ağırlık artışlarını ve yemden yararlanmalarını olumsuz etkilemektedir (Parson vd., 1992).

Yapılan bir çalışmada, ilerleyen yaşlarla birlikte rasyonlarda bulunan tripsin inhibitör aktivitesinin etkisinin azaldığını ve proteaz takviyesiyle iyileşmeler kaydedildiği bildirilmiştir (Aderibigbe vd., 2020).

2.5. Soyada Isıl İşlemin Protein Kalitesine Etkilerinin Belirlenmesinde Kullanılan Analiz Yöntemleri

Soya ticari açıdan düşünüldüğünde; yağı çıkarıldıktan sonra kalan kabuklu veya kabuksuz solvent ekstraksiyon ya da ekspeller soya küspeleridir. Bunu takip eden soya ürünü; yüksek enerji içeriği sebebiyle ekstrüde ya da kavrulmuş tam yağlı soyadır ve hayvan beslemede kullanımı önem arz etmektedir. Bu sebeple içeriğinin belirlenmesi, doğru analiz edilmesi ve tamamlayıcı özelliklerinin belirlenmesi önemlidir. Çünkü karma yemlerin kalitesini ve diğer yemlerin kullanım oranlarını, soyanın kalitesi belirlemektedir.

Çiğ soya, beslenme karşıtı faktörlerin varlığı nedeniyle insan gıdası veya hayvan yemi olarak kullanılamaz, soya proteini ve minerallerin sindirim sisteminde tutulmasını ve kullanımını mümkün hale getirmek için, anti-beslenme faktörlerinin etkisiz hale getirilmesi gerekmektedir ve tripsin inhibitör aktivitesi dikkate alınması gereken en önemli faktördür (Vagadia vd., 2017).

Pratikte soya ürünleri kalite kriterleri değerlendirilirken; nem, ham selüloz, ham protein ve üreaz aktivitesini analiz ederek soya fasulyesinin besin değerini belirlemek için

yeterli değildir. Şeker, NDF, amino asit profili, tripsin inhibitörleri, Maillard reaksiyonları ve KOH protein çözünürlüğü nadir şekilde incelenir ancak soyanın besin değerlerini ortaya koyarken tüm bu parametrelerin dikkate alınması daha doğru değerlendirme sağlar (Mateos vd., 2020).

Diğer yandan soya ürünlerinde anti-besinsel faktörleri yok etmeye yönelik uygulanan ısı işlemlerde; aşırı ısınma, lizini yararlanılamayacak derecede kötü etkileyebilir çünkü serin, sistin, lizin ve alanin oluşturmak üzere lizin ile reaksiyona giren bir dehidroprotein ara maddesine dönüştürülür. Aşırı ısı uygulamalarında triptofan ve metiyonin de kaybolur (Loruka, 2011).

Soyanın protein kalitesi anti-besinsel faktörlerin azaltılması ve protein sindirilebilirliğiyle alakalıdır. Her iki faktörü doğrudan analiz etmek mümkün olmadığı için üreaz indeksi (UI), Protein dağılılabirlik indeksi (PDİ), Azot çözünebilirlik indeksi (NSI) ve KOH'da protein çözünürlüğü gibi dolaylı testlerle karar verilir (Caprita vd., 2010).

Soya ürünlerinin kalite parametreleri düşünüldüğünde amino asit profilinin doğru belirlenmesi de önemlidir. Standart amino asit analizlerinde sonuç, toplam miktarı verir. Soya, gıda ve yem için çok önemli bir amino asit olan lizin bakımından zengindir (Nizkii vd., 2022). Anti-besinsel faktörleri yok etmek amacıyla uygulanan ısı işlemler göz önüne alındığında bu işlemlerden en çok etkilenen amino asidin de yine lizin olduğu, bu sebeple ısıdan etkilenen kısma önem verilmesi gerekmektedir. Bu noktaya dikkat etmek hayvanın lizin içeriğinden ne kadar yararlandığının göstergesidir ve bu sebeple reaktif lizin miktarı dikkate alınmalıdır. Yemin protein kalitesi, içeriğindeki amino asit oranına ve bu orandan ne kadar yararlanabildiğiyle alakalıdır. Soyadaki protein kalitesi hem anti-besinsel faktörlerin azaltılması hem de protein sindirilebilirliğiyle bağlantılıdır (Caprita vd., 2010).

Karma yemlerde protein kaynaklarına alternatif kaynaklar günümüzde hala araştırılmaktadır (Esen ve Kocaoğlu-Güçlü, 2024). Özellikle süt sığırcılığında soya küspesine alternatif olarak mısır kökenli kuru damıtık tahıl çözünürleri (DDGS) kullanımı önerilmektedir (Şenyüz vd., 2015). DDGS mısır ve soya ürünlerinde lizin hasarını belirlemek için yapılan bir çalışmada (Fontaine vd., 2007), ısı işlem uygulanan soya fasulyelerinde hem toplam lizin hem de reaktif lizinin azaldığı; reaktif lizin hesaplamasının DDGS mısır için olumlu sonuç vermediği ancak soya için isabetli sonuç verdiği bildirilmiştir.

İşleme yöntemlerinin protein kalitesi üzerine olan etkisi hakkında az şey bilinmektedir, bu amaçla sindirilebilir amino asit ve sindirilebilir proteine göre düzeltilmiş

amino asit değerlendirmeleri yapılmaktadır (Wanders vd., 2022). Özellikle soya ürünleri gibi işlenmiş ürünlerde lizinin sindirilebilirliği; reaktif lizinin sindirilebilirliğine dayanır (Wolfe vd., 2016). İşleme sırasında lizin gibi kimyasal olarak modifiye olabilen amino asitlerin toplam miktarını değerlendirmek yanlışlığa yol açabilir bu sebeple toplam sindirilebilir lizin değeri yerine reaktif lizinin üzerinde durulması gerektiği vurgulanmaktadır (Rutherford vd., 2015). Reaktif lizinin derecesinin işleme metodunun farklılığıyla da etkilenebileceği bildirilmiştir (Žilić vd., 2006).

Üç farklı bölgede yetişen soya fasulyesiyle yapılan bir çalışmada; 121°C' de 10, 20, 30 ve 40 dakikalık ısıl işlem uygulanmıştır, ısıl işlem uygulamasıyla kuru madde seviyeleri artan örneklerin 30 ve 40 dakikalarda reaktif lizin miktarındaki düşüş istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Sagan ve Jaskiewicz, 2011).

Tam yağlı soyanın işlendikten sonra ısıl işlemin yeterliliğini ölçmek için birçok analiz yöntemi vardır. Yaygın olarak kullanılan yöntemler, üreaz aktivite indeksi (UAI), tripsin inhibitör aktivitesi, azot çözünebilirlik indeksi, protein dağılıbilirlik indeksi ve potasyum hidroksitteki protein çözünebilirliğini belirleyen yöntemlerdir (Palić vd., 2011). PDİ, proteinlerin sudaki çözünürlüğünü ölçerken, NSI potasyum hidroksit çözeltisindeki proteinlerin çözünürlüğünü yansıtır. PDİ ve NSI sıcaklığın sebep olduğu denatürasyon derecesini ve proteinin moleküler durumunu yansıtan önemli göstergelerdir (Ma vd., 2022).

Protein yapısının bozulmasına atıfta bulunmak için potasyum hidroksit (KOH) veya ısıyla bozulan lizin protein çözünürlüğü kullanılır ve KOH ile TİA dolaylı olarak birbirleriyle bağlantılıdır (Hoffman vd., 2019). Yapılan bir çalışmada (Caprita vd., 2010) üreaz aktivitesinin tek başına ısıl işlemin derecesini belirlemede etkili olmadığı ve bu parametrenin PDİ ile birlikte değerlendirilmesi gerektiğini bildirmektedir ve hatta tam yağlı soyalarda PDİ değerinin uygun ısıl işlem sıcaklığının belirlenmesinde, UI (Üreaz Aktivitesi) ve NSI (Azot Çözünebilirlik İndeksi)' den daha isabetli olduğunu göstermektedir.

Diğer yandan KOH-Protein çözünürlüğü değeri, işlenmiş ve işlenmemiş soya fasulyesi proteinin KOH'daki çözünürlüğünü gösterir ve bu değişimin temel nedeni işleme metodu farklılıklarıdır bu nedenle çözünme pişirme derecesinin göstergesidir, sıcaklık arttıkça KOH- Protein çözünürlüğü değeri azalır ve protein denatüre olduğunda bu değer %60'a kadar düşer (Caprita ve Caprita, 2008).

Tüm bu parametreler düşünöldüğünde bir soya ürününün kalitesini belirlerken tek bir yöntem yeterli değildir, tüm kriterleri bir arada değerlendirmek her zaman isabetli karar vermeyi sağlamaktadır.





3. MATERYAL VE METOT

3.1. Hammadde Materyali

Araştırmada tam yağlı soya üreten 4 farklı fabrikadan farklı üretimlerinden örnek alınmıştır. Ham soya (HS) kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Ham soyanın işlendiği üretim sıcaklıkları iki muamele grubuna ayrılmış, 119-134°C (TYS-NS) ve 135-141°C (TYS-YS) sıcaklık derecelerinde işlenmiş tam yağlı soya yemleri gruplarıdır. Çalışmadaki örneklere uygulanan 119-134 °C dereedeki sıcaklık yaygın kullanılan pişirme sıcaklığı olup normal sıcaklık grubu olarak adlandırılırken, 135-141°C sıcaklık yüksek pişirme sıcaklığı olarak adlandırılmıştır. Her muamele grubu için 25 örnek toplanmış, toplam 75 numune analiz edilmiştir. Ayrıca, aynı çalışmada soya küspesini de kalite anlamında değerlendirebilmek için farklı işletmelerden, farklı ham protein içerikleri dikkate alınarak örnekler toplanmıştır. Analiz edildikten sonra, ham protein içeriklerine göre 2 gruba ayrılmışlardır. Bunlar %44-46 ham protein (SFK-A) ve %47-48.5 ham protein (SFK-B) içerikli soya küspesi gruplarıdır. Her grup için 25 soya küspesine ait analiz sonuçları değerlendirilmiştir.

Yem örnekleri işletmelerde üretimden hemen sonra numune torbalarına alınmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler, kimyasal analiz için 1 mm'lik elekten geçirilmiştir. Kimyasal analizleri, AOAC (1997) deki metotlara göre yapılırken, spektrofotometrik analizi ise önce 0.5 mm elek kullanılarak öğütülüp, NIRS cihazıyla yapılmıştır. Kimyasal analizde; kuru madde, ham kül, ham protein, ham yağ, ham selüloz, nişasta, ADF, NDF ve fosfor analizleri yapılmıştır. Spektrofotometrik analizde ise; temel besin madde analizlerinin yanı sıra, metiyonin, lizin aminoasit analizleri, Protein Dağılılılık İndeksi (PDİ), Potasyum Hidroksit Protein Çözünürlüğü (KOH-PC), Tripsin İnhibitör Aktivitesi (TIA-A) ve Reaktif Lizin (R-lizin) tahmin analizleri yapılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Hammaddelerin Kimyasal Analize Hazırlanması

Ham soya, tam yağlı soya ve soya küspesi örnekleri hava geçirmeyen özel örnek poşetlerinde saklanmış ve aynı gün içinde laboratuvara getirilmiştir. Ham soya, soya küspesi ve tam yağlı soya örnekleri, kimyasal analiz ve spektrofotometrik analiz için homojen şekilde ikiye ayrılmıştır. Laboratuvara geliş tarihine göre örnekler analiz edilmiştir. Kimyasal analizi yapılacak örnekler analizden hemen önce laboratuvardaki değirmende öğütülerek (1 mm elek) analize hazır hale getirilmiştir.

Kimyasal analizler, AOAC (1997)' da belirtilen metotlar dikkate alınarak; kuru madde (metot 934.01), ham protein (metot 990.03) ham kül (metot 942.05), ham yağ (metot 920.39), ham selüloz (metot 962.09) analizleri yapılmıştır. Nişasta, ADF ve NDF analizleri Van Soest Metodu dikkate alınarak yapılmıştır (Karabulut ve Canbolat, 2005).

3.2.2. Hammaddelerin NIR Spektroskopi Yöntemi ile Analizi

Ham soya, soya küspesi ve tam yağlı soya örnekleri, analize başlamadan önce değirmende (0.5 mm elek) öğütülerek hazır hale getirilmiştir. Örnekler NIRS cihazında (FOSS DS 2500) analiz edilmiştir. Araştırmada tüm örneklerin; temel besin madde analizleri, amino asit ve ısıl işlem tahmin analizleri gerçekleştirilmiştir. NIRS tahmin analizleri yapılırken, Evonik AMINONIR kalibrasyonları kullanılmıştır. Her bir örneğin ölçümü 3 defa tekrarlanmış ve ortalaması alınmıştır.

3.2.3. İstatiksel Analiz

Verilerin normal dağılışa uygunluğu SAS (1999) paket programında test edilmiştir. Normal dağılışa 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.

4. BULGULAR

Farklı ticari firmalardan alınmış ham soya ve tam yağlı soya örnekleri yanı sıra farklı ticari işletmelerden toplanmış soya küspesi örneklerinin, kimyasal analizleri ve NIRS tahmin analizlerinin sonuçları aşağıda verilmiştir.

4.1. Ham Soya ve Farklı Sıcaklıklarda İşlenmiş Tam Yağlı Soyaların Kimyasal Analiz Sonuçları

Kontrol grubu ham soya ile 2 farklı sıcaklık derecesinde işlenen tam yağlı soya gruplarının kimyasal besin madde analiz sonuçları Çizelge 4.1’ de sunulmuştur. Tam yağlı soya gruplarının her ikisi de kontrol grubuna göre kuru madde, ham kül, ham protein, ham yağ, NDF ve fosfor değerleri bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Fakat bu grupların ham selüloz, nişasta, ADF ve şeker değerleri arasındaki istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.1. Ham soya ve farklı ısıl işlem görmüş tam yağlı soyaların kimyasal analiz sonuçları

Besin Maddeleri	K	TYS-NS	TYS-YS	SHO	P Değeri
Kuru Madde, %	89,03 ^a	92,98 ^b	92,75 ^b	0,3677	0,001
Ham Kül, %	5,05 ^a	5,45 ^b	5,05 ^a	0,0673	0,013
Ham Protein, %	36,16 ^a	38,46 ^b	38,75 ^b	0,2776	0,001
Ham Yağ, %	21,81 ^a	20,71 ^b	20,43 ^b	0,1979	0,006
Ham Selüloz, %	5,13	5,35	5,21	0,0707	0,465
Nişasta, %	0,42	0,54	0,49	0,0303	0,275
ADF, %	7,96	7,55	7,97	0,1024	0,160
NDF, %	8,53 ^a	11,19 ^b	11,31 ^b	0,3011	0,001
Şeker, %	6,21	5,92	6,27	0,1334	0,543
Fosfor, %	0,54 ^b	0,50 ^a	0,50 ^a	0,0066	0,025

K: Ham soya, TYS-NS: 119-134 °C sıcaklıkta kavrulmuş tam yağlı soya; TYS-YS: 135-141 °C sıcaklıkta kavrulmuş tam yağlı soya; SHO: Standart Hata Ortalaması

^{a,b}: Her satırdaki farklı harfleri içeren değerler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Çizelge 4.1 incelendiğinde yem hammaddelerinin kimyasal analizlerinde ham soya grubu KM bakımından %89,03 ile en düşük KM değerine sahip olurken, TYS-NS ve TYS-YS grupları sırasıyla %92,98 ve %92,75 ile ham soya grubundan daha yüksek KM değerine sahip olmuşlardır ($p<0,05$). Gruplar HK bakımından değerlendirildiğinde, ham soya grubu %5,05 ile en düşük HK değerine sahipken, TYS-NS grubu %5,45 ile en yüksek HK değerine sahip olmuştur ($p<0,05$). Gruplar HP bakımından değerlendirildiğinde ise, ham soya grubu %36,16 ile en düşük HP değerine sahipken, TYS-NS ve TYS-YS grubu örnekleri sırasıyla %38,46 ve %38,75 ile ham soya grubundan daha yüksek HP değerlerine sahip olmuşlardır ($p<0,05$). Grupların HY bakımından değerlendirilmesinde, ham soya grubu %21,81 ile en yüksek HY değeri gösterirken, TYS-NS ve TYS-YS grupları sırasıyla %20,71 ve %20,43 ile en düşük HY değerleri göstermiştir ($p<0,05$). Gruplar NDF bakımından değerlendirildiğinde, ham soya grubu %8,53 ile en düşük NDF değeri gösterirken, TYS-NS ve TYS-YS grubu sırasıyla %11,19 ve %11,31 değerleriyle daha yüksek NDF değeri göstermişlerdir ($p<0,05$). Grupların fosfor değerleri incelendiğinde, ham soya grubu %0,54 fosfor içeriğiyle en yüksek değer gösterirken, diğer iki grup %0,50 değerleriyle en düşük fosfor değerleri göstermişlerdir ($p<0,05$).

4.2. Ham Soya ve Farklı Sıcaklıklarda İşlenmiş Tam Yağlı Soyaların NIR Spektrofotometrik Analiz Sonuçları

Araştırmada spektrofotometrik olarak ölçülmüş ham soya ve 2 farklı sıcaklık derecesinde (119-134°C ve 135-141°C) işlenen tam yağlı soya gruplarının temel besin madde ve amino asit değerleri Çizelge 4.2' de sunulmuştur. Tam yağlı soya gruplarının her ikisinde de, ham soya grubuna göre kuru madde, ham kül, ham protein, ham yağ, ADF, NDF, şeker, metiyonin ve lizin değerleri, ham soya grubundan daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Bununla birlikte, ham selüloz, nişasta ve fosfor değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.2. Ham soya ve tam yağlı soya NIRS temel besin madde ve amino asit analiz tahmin sonuçları

Besin Maddeleri	K	TYS-NS	TYS-YS	SHO	P Değeri
Kuru Madde, %	89,17 ^a	92,96 ^b	92,82 ^b	0,1602	0,001
Ham Kül, %	5,06 ^a	5,46 ^b	5,46 ^b	0,0219	0,001
Ham Protein, %	36,08 ^a	38,45 ^b	38,85 ^b	0,1528	0,001
Ham Yağ, %	21,48 ^a	20,70 ^b	19,71 ^c	0,1248	0,001
Ham Selüloz, %	5,21	6,17	5,59	0,3411	0,569
Nişasta, %	0,47	0,54	0,48	0,0168	0,143
ADF, %	8,08 ^a	7,54 ^b	8,12 ^a	0,0784	0,001
NDF, %	8,70 ^a	11,14 ^b	11,53 ^b	0,1686	0,001
Şeker, %	6,57 ^a	5,93 ^b	6,75 ^a	0,0958	0,001
Fosfor, %	0,52	0,50	0,51	0,0039	0,073
Metiyonin, %	0,47 ^a	0,51 ^b	0,50 ^b	0,0022	0,001
Lizin, %	2,29 ^a	2,37 ^b	2,38 ^b	0,0069	0,001

K: Ham soya, TYS-NS: 119-134 °C sıcaklıkta kavrulmuş tam yağlı soya; TYS-YS: 135-141 °C sıcaklıkta kavrulmuş tam yağlı soya; SHO: Standart Hata Ortalaması,

^{a,b,c}: Her satırdaki farklı harfleri içeren değerler istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

Çizelge 4.2 incelendiğinde, yem hammaddelerinin NIRS analizlerinde ham soya grubu KM bakımından %89,17 ile en düşük değere sahip olurken, TYS-NS ve TYS-YS grupları sırasıyla %92,96 ve %92,82 ile ham soya grubuna göre daha yüksek bir KM değeri göstermişlerdir (p<0,05). Gruplar HK bakımından değerlendirildiğinde ise, ham soya grubu %5,06 ile en düşük değere sahip iken, TYS-NS ve TYS-YS grupları %5,46 ile ham soya grubundan daha yüksek değerlere sahip olmuşlardır (p<0,05). Gruplar HP bakımından değerlendirildiğinde, ham soya grubu %36,08 ile en düşük bir değerde iken, TYS-NS ve TYS-YS grupları sırasıyla %38,45 ve %38,85 ile ham soya grubuna göre daha yüksek değerler görülmüştür (p<0,05). Gruplar HY bakımından değerlendirildiğinde de ham soya grubu %21,48 ile daha yüksek bir değerde iken, TYS-NS ve TYS-YS grupları sırasıyla %20,70 ve %19,71 ile ham soya grubundan daha yüksek bir değer elde edilmiştir (p<0,05). Gruplar ADF bakımından değerlendirildiğinde, TYS-YS grubu %8,12 ile en yüksek değere sahip iken, TYS-NS grubu en düşük değere sahip olmuştur (p<0,05). Gruplar NDF bakımından değerlendirildiğinde, ham soya grubu %8,70 ile en düşük değere sahip iken, TYS-NS ve TYS-YS grupları sırasıyla %11,14 ve %11,53 değerleriyle ham soya grubundan daha yüksek değerlere sahip olmuşlardır (p<0,05). Gruplar şeker içeriği bakımından değerlendirildiğinde, TYS-YS grubu %6,75 ile en yüksek değere sahip iken, TYS-NS grubu en düşük değere sahip olmuştur (p<0,05). Gruplar metiyonin değeri bakımından incelendiğinde, ham soya grubu

%0,47 ile en düşük değere sahip iken, TYS-NS ve TYS-YS grupları sırasıyla %0,51 ve %0,50 ile ham soya grubundan daha yüksek değerler göstermiştir ($p<0,05$). Gruplar lizin bakımından incelendiğinde ise, ham soya grubu %2,29 ile en düşük değere sahip iken, TYS-NS ve TYS-YS grubu sırasıyla %2,37 ve %2,38 ile ham soya grubundan daha yüksek değerler göstermişlerdir ($p<0,05$).

4.3. Ham Soya ve Farklı Sıcaklıklarda İşlenmiş Tam Yağlı Soyaların NIR Spektrofotometrik Analiz yöntemiyle Isıl İşlem Parametreleri tahmin Değerleri

Araştırmada NIRS cihazıyla ölçümü yapılmış ham soya grubu ve 2 farklı sıcaklık derecesinde (119-134°C ve 135-141°C) işlenmiş tam yağlı soya gruplarının ısıl işlem parametreleri sonuçları Çizelge 4.3' de verilmiştir. Ham soya ve tam yağlı soya gruplarının; PDİ, KOH-PÇ ve TİA-A değerleri arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$). Ham soya grubunun PDİ değeri, TYS-NS ve TYS-YS gruplardan oldukça yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer bir ısıl işlem parametrelerinden KOH-PÇ en yüksek ham soya grubunda %93,19, en düşük TYS-YS grubunda %75,58 olarak ölçülmüştür ($p<0,05$).

Çizelge 4.3. Ham soya ve tam yağlı soya NIRS ısıl işlem analiz sonuçları

Özellikler	K	TYS-NS	TYS-YS	SHO	P Değeri
PDİ, %	56,06 ^a	9,69 ^b	8,65 ^b	1,6315	0,001
KOH-PÇ, %	93,19 ^a	81,83 ^b	75,58 ^c	1,1489	0,001
TİA-A, mg/g	24,30 ^a	8,65 ^b	7,41 ^c	0,5760	0,001
R-lizin, mg/g	2,15	2,11	2,21	0,0497	0,645

^{a,b,c}: Her satırdaki farklı harfleri içeren değerler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

K: Ham soya, TYS-NS: 119-134 °C sıcaklıkta kavrulmuş tam yağlı soya; TYS-YS: 135-141 °C sıcaklıkta kavrulmuş tam yağlı soya; SHO: Standart Hata Ortalaması; PDİ: Protein dağılılırlık indeksi.; KOH-PÇ: KOH Protein Çözünürlüğü; TİA-A: Tripsin İnhibitör Aktivitesi-A; R-lizin: Reaktif lizin

Tripsin inhibitör aktivitesi-A en yüksek ham soya grubunda %24,30, en düşük TYS-YS grubunda %7,41 bulunmuştur ($p<0,05$). Öte yandan, ısıl işlem parametrelerinden olan reaktif lizin değerleri, ham soya ve ısıl işlem uygulanan tam yağlı soya grupları arasında istatistiksel bir farklılık göstermemiştir.

4.4. Soya K splerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

Ticari işletmelerden işletmelerinden toplanmış soya k spesti örneklerinin kimyasal besin madde analiz sonuçları izelge 4.4'de verilmiştir. Her iki soya k spesti grubu temel besin madde içerikleri bakımından birbiriyle karşılaştırılmıştır. Soya k spesti gruplarının ham protein, ham selüloz, ADF, NDF ve fosfor değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Bununla birlikte, grupların kuru madde, ham kül, ham yağ, nişasta ve şeker değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır($p>0,05$).

Çizelge 4.4. Soya k spesti kimyasal besin madde analiz sonuçları

Besin Maddeleri	SFK-A	SFK-B	SHO	P Değeri
Kuru Madde, %	88,62	88,88	0,1134	0,259
Ham Kül, %	5,97	6,22	0,1033	0,240
Ham Protein, %	45,18	47,79	0,3395	0,001*
Ham Yağ, %	2,21	4,15	1,0979	0,392
Ham Selüloz, %	5,54	3,95	0,2282	0,001*
Nişasta, %	0,82	0,65	0,0554	0,128
ADF, %	7,55	6,07	0,2547	0,001*
NDF, %	9,18	10,55	0,3028	0,019*
şeker, %	8,04	8,63	0,2249	0,197
Fosfor, %	0,57	0,61	0,0110	0,038*

SFK-A: Soya k spesti %44-46 ham protein; SFK-B: Soya K spesti %47-48,5 ham protein;

SHO: Standart Hata Ortalaması

*: Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Çizelge 4.4 incelendiğinde, SFK-A grubunun KM'si %88,62 iken, SFK-B grubunun KM'si %88,88 bulunmuş ve istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. SFK-A grubunun HK değeriyle, SFK-B grubunun HK değeri arasında da istatistiksel fark görülmemiştir. Fakat SFK-A grubunun HP değeri, SFK-B grubunun HP değerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. ($p<0,05$). Grupların HY değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Gruplar HS bakımından incelendiğinde, SFK-A grubunun HS değeri, SFK-B grubundan daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Grupların nişasta değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Gruplar ADF bakımından incelendiğinde, SFK-A grubunun ADF değeri SFK-B grubunun ADF değerinden daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Gruplar NDF bakımından incelendiğinde ise, SFK-A grubunun NDF değeri SFK-

B grubunun NDF değerinden daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Her iki grup küspelerin şeker değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Gruplar fosfor içerikleri bakımından incelendiğinde, SFK-A grubunun fosfor değeri SFK-B grubunun fosfor değerinden düşük olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$).

4.5. Soya Küspelerinin NIR Spektrofotometrik Analiz Tahmin Sonuçları

Üretim işletmelerinden toplanmış soya küspesi örneklerinin temel besin madde değerleri ve bazı amino asit içerikleri NIRS cihazıyla ölçülmüş, sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Gruplar ham protein, ham selüloz, nişasta, ADF, NDF, fosfor, metiyonin ve lizin değerleri bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Bununla birlikte, kuru madde, ham kül, ham yağ ve şeker değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.5. Soya küspesi NIRS temel besin madde ve amino asit analiz tahmin sonuçları

Besin maddeleri	SFK-A	SFK-B	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*

SFK-A: Soya küspesi 44-46 ham protein; SFK-B: Soya Küspesi 47-48,5 ham protein; SHO: Standart Hata Ortalaması

*: Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Çizelge 4.5 incelendiğinde; KM bakımından SFK-A grubu %88,87 iken, SFK-B grubu %88,78 bulunmuş ve istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Gruplar HK bakımından incelendiğinde SFK-A grubu ile SFK-B grubu %6,64 HK değeri göstermiş ve istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Gruplar HP bakımından incelendiğinde, SFK-A grubu %45,34

HP deęeriyle, SKF-B grubu %47,75 HP deęerinden daha dűşűk bulunmuştur ($p<0,05$). Gruplar HY bakımından incelendięinde; SKF-A grubu %2,29 HY deęeriyle, SKF-B grubu %2,21 deęerinden yűksek olmakla birlikte, gruplar arasındaki istatistiksel farklılık ۆnemli bulunmamıştır. Gruplar HS bakımından incelendięinde, SKF-A grubu %4,81 HS deęeriyle, SKF-B grubu %3,89 HS deęerinden daha yűksek bir deęere ortaya koymuştur ($p<0,05$). Gruplar niřasta bakımından incelendięinde, SKF-A grubu %0,89 niřasta deęeriyle, SKF-B grubu %0,69 niřasta deęerinden daha yűksektir ($p<0,05$). Gruplar ADF bakımından incelendięinde SKF-A grubu %6,96 ADF deęeriyle, SKF-B grubu %5,88 ADF deęerinden daha yűksektir ($p<0,05$). Gruplar NDF bakımından incelendięinde, SKF-A grubu %11,33 NDF deęeriyle, SKF-B grubu %10,33 NDF deęerinden daha yűksektir ($p<0,05$). Gruplar řeker ięerikleri bakımından incelendięinde SKF-A grubu %9,09 řeker deęeriyle, SKF-B grubu %9,00 řeker deęeri benzerlik gۆstermiřlerdir ($p>0,05$). Gruplar fosfor bakımından incelendięinde SKF-A grubu %0,57 fosfor deęeriyle, SKF-B grubu %0,61 fosfor deęerinden daha dűşűk bulunmuştur ($p<0,05$). Gruplar metiyonin bakımından incelendięinde, SKF-A grubu %0,60 metiyonin deęeriyle, SKF-B grubu %0,63 metiyonin deęerinden dűşűk olduęu tespit edilmiřtir ($p<0,05$). Gruplar lizin bakımından incelendięinde SKF-A grubu %2,78 lizin deęeriyle, SKF-B grubu %2,90 lizin deęerinden daha dűşűk olduęu gۆrűlmektedir ($p<0,05$).

4.6. Soya Kűspelerinin NIR Spektrofotometrik Analiz yۆntemiyle Isıl İřlem Parametreleri tahmin Deęerleri

Bu ęalıřmada SKF ۆrneklerinin ısıl işlem parametreleri NIRS cihazında ۆlęűlműř, gruplara gۆre analiz sonuğları ęizelge 4.6'da verilmiştir. Gruplar PDİ, TİA-A ve R-lizin bakımından istatistiksel olarak ۆnemli bulunurken ($p<0,05$), soya kűspesi gruplarının KOH-Pę parametreleri arasındaki fark istatistiksel olarak ۆnemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.6. Soya küspesi NIRS ısıtıl işlem analiz sonuçları

Özellikler	SFK-A	SFK-B	SEM	P Değeri
PDİ, %	11,07	13,15	0,4181	0,012*
KOH-PÇ, %	79,16	79,42	0,4931	0,794
TİA-A, mg/g	1,75	1,77	0,1807	0,020*
R-lizin, mg/g	2,39	2,50	0,0089	0,001*

SFK-A: Soya küspesi 44-46 ham protein; SFK-B: Soya Küspesi 47-48,5 ham protein; SHO: Standart Hata Ortalaması; PDİ: Protein dağılılırılık indeksi.; KOH-PÇ: KOH Protein Çözünürlüğü; TİA-A: Tripsin İnhibitör Aktivitesi; R-lizin: Reaktif lizin

*: Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Çizelge 4.6 incelendiğinde, SFK-A grubu %11,07 PDİ değeri, SFK-B grubu %13,15 PDİ değerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Grupların TİA-A değerleri incelendiğinde, SFK-A grubu 1,75 mg TİA-A değeri, SFK-B grubu 1,77 mg TİA-A değerinden daha düşüktür ($p<0,05$). Gruplar R-lizin değerleri bakımından incelendiğinde, SFK-A grubu %2,39 R-lizin değeriyle SFK-B grubu %2,50 R-lizin değerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). SFK-A grubunun ve SFK-B grubunun KOH-PÇ değerleri arasındaki fark olarak önemli değildir.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada tam yağlı soyaya uygulanan iki farklı ısıl işlem düzeyinin, gerek tam yağlı soyanın besin madde değerlerine etkilerinin gözlemlenmesi, gerekse ısıl işlem parametrelerinin değişiminin gözlemlenmesi hedeflenmiştir. Yine aynı çalışmada, piyasada üretilen soya küspesi yemlerinin de aynı analizler yapılmış ve sonuçları ortaya konmuştur.

İşletmelerde hammadde ve yemlere düzenli besin madde analizleri yapılmaktadır. Temel besin madde analizleri yapılırken genelde kimyasal analizler kullanılmaktadır. Ancak son yıllarda yemlerin besin madde değerlerinin tespitinde spektrofotometrik analizlere başvurulmaktadır. Çünkü hem besin madde değerlerinin tahmin edilmesi hem de amino asit analizlerinin tespitinde NIRS cihazları ve yazılımları; hızlı ve pratik olduğu, ayrıca yapay zekâ ve teknolojik gelişimlere çok daha fazla yatkın olduğu bilinmektedir. Kimyasal analizlerin zahmetli ve çevresel/sağlık sorunlarına yol açan kimyasallar kullanılması, son dönemde NIRS cihazının kullanımını yaygın hale getirmiştir.

Mevcut araştırmada muamele gruplarının kimyasal yöntemle göre KM, HK, HP, HY, NDF ve fosfor değerleri arasındaki istatistiksel fark önemli olarak bulunmuştur. Yine mevcut çalışmada aynı besin maddeleri ve metiyonin, lizin aminoasitlerinin spektrofotometrik sonuçları da ortaya konmuştur. Tam yağlı soya gruplarının kuru madde, ham kül ve ham protein değerleri, çiğ soya grubundan daha yüksek tespit edilmiştir ($p<0,05$). Grupların HY değerleri karşılaştırıldığında, en düşük ham yağ TYS-YS grubunda görülürken, en yüksek çiğ soya grubunda görülmüştür ($p<0,05$). Çiğ soya ve ısıl işlemde geçirilmiş soyanın besin madde içeriklerinin farklılık göstermesi, sıcaklık uygulamasından kaynaklı kuru madde artışına ve oransal olarak da ham kül ve ham protein artışına neden olduğu düşünülmektedir. Mevcut bu çalışmaya benzer bir araştırmada, ekstrüder metot ile işlenen tam yağlı soyalarda KM, HP, HS değerleri ham soyaya göre daha yüksek bulunmuştur ve mevcut çalışmayla örtüşmektedir ancak HY değeri mevcut çalışmayla örtüşmemektedir (Lehmali ve Jafari, 2019). Yine benzer bir başka çalışmada da ekstrüzyon işleminin anti-besinsel faktörlerin inaktivasyonunu değiştirerek protein kalitesini arttırdığı bildirilmiştir (Wanders vd., 2022). Soyaya uygulanan ısıl işlem derecesiyle ham yağ azalması arasındaki ilişkiyi ortaya koyan bir literatüre rastlanmamıştır. Diğer yandan, mevcut bu çalışmadaki çiğ soyanın ve farklı sıcaklıklarda ısıl işlem görmüş TYS örneklerinin besin madde içeriklerinin hem kimyasal

analiz sonuçları hem de spektrofotometrik (NIRS) analiz sonuçları birlikte incelendiğinde; iki analiz metodu sonuçlarının birbirine yakın olduğu görülmüştür. Her iki analiz metodunda da farklı sıcaklıklarda işlem görmüş TYS örneklerinin KM, HP, NDF değerleri ham soyadan daha yüksek çıkarken, ham yağ değerleri daha düşük çıkmıştır. Çünkü ısı işlem örneklerin KM, HP ve HK üzerinde olumlu etkisi olduğu şeklinde yorumlanabilir. Yapılan bazı çalışmalarda yem hammaddelerinin kimyasal ve spektrofotometrik analiz sonuçları birbirine yakındır ve mevcut bu çalışma sonuçlarını desteklemektedir (Pehlevan ve Özdoğan, 2015). Yine NIRS ile ilgili bir başka çalışmada ise; farklı karma yem formlarına ait besin madde içeriklerinin kimyasal ve spektrofotometrik metotlara göre bazılarında farklılık olduğu ifade edilirken, örnekleme sayısının artmasıyla bu farklılığın ortadan kalkacağı bildirilmiştir (Elbirlik ve Özdoğan, 2021). Mevcut bu çalışmada ise, NIRS cihazında ham soya ve TYS örneklerinin fazla olmasından dolayı, besin madde değerlerinin tahmininde daha iyi sonuçlar verdiği düşünülmektedir. Analiz sayısının artmasıyla, NIRS analiz sonuçlarının doğruluğunun arttığı bildirilmektedir (Green vd., 2005). Mevcut bu çalışmadaki her iki metotta göre de farklı sıcaklık uygulamalarının TYS'nin ham yağ değerini düşürdüğü tespit edilmiştir. Soya tohumundaki yağ hem öğütmenin hem de ısı işlemin etkisiyle tohumun içerisinden fiziksel olarak serbest hale geldiği ve bir kısmının üründen uzaklaştığı düşünülmektedir ki bu durumu ürünün işlendiği ekspander ve ekstruder makinelerinin dizaynı, ekstrüderdeki namlu çapı, değirmenlerdeki bıçakların dönüş hızı etkileyebileceği unutulmamalıdır. Ayrıca, ham yağın bir kısmının taşıma ve depolama sırasında da TYS'den uzaklaştığı düşünülmektedir. Bu yorumları destekleyecek benzer bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak ısıtma süresinin yağ verimine etkisi konusunda yapılan bir çalışmada çift presten geçen tam yağlı soyalardan tek presten geçenlere göre daha fazla yağ verimine sahip olduğu bildirilmiştir (Avedeweh, 2014), yani ısıtılmış soyadan yağın salınmasının arttığı ve üründen uzaklaşabileceği düşünülmüştür. Yine mevcut bu çalışmada her iki analiz metodu içinde, normal ya da yüksek ısı işlem uygulanmış TYS örneklerinin NDF değerleri çiğ soya grubundan yüksek bulunurken, fosfor değerlerinin çiğ soya grubundan düşük olmasının nedenleri açıklanamamıştır. Önceki bir başka çalışmada ise, farklı kavurma tekniklerinin tam yağlı soya gruplarının NDF değerlerini değiştirmedeği bildirilmiştir (Marty ve Chavez, 1993). Yine mevcut çalışmada, spektrofotometrik analizde ham soyanın şeker ve ADF değerlerinin, 119-134 °C sıcaklıkta kavrulmuş TYS grubunda en düşük olduğu görülmüştür, fakat kimyasal analiz sonuçlarında benzer durum gözlemlenmiş ve istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır. Tam yağlı soya ile ilgili çalışmalarda bu özelliklere ilişkin bir

değerlendirmeye rastlanmamıştır. Bu bakımdan spektrofotometrik şeker ve ADF değerlerine ilişkin bir yorum yapılamamıştır. Öte yandan mevcut çalışmadaki farklı sıcaklıklarda kavrulmuş TYS gruplarının metiyonin ve lizin değerleri, çiğ soya grubunun değerlerinden daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Ham soyaya göre TYS örneklerinde yüksek olan metiyonin ve lizin aminoasitleri, ısıtılma işlemde kaybedilen su ve ham yağ miktarı nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Diğer bir ifadeyle, farklı sıcaklıklarda kavrulmuş TYS gruplarının metiyonin ve lizin değerleri çiğ soya grubunun değerlerine göre iyileştiği gözlemlenmiş, ancak farklı ısıtılma işlem sıcaklıklarında fark gözlenmemiştir. Yapılmış önceki bir çalışmada ham soyanın lizin değeri %2,2, metiyonin değeri %0,51 iken, 100 derecelik ısıtılma işlemde lizin ortalama %2,24, metiyonin %0,51, 110 derece 60 dakika otoklavlamada süre arttıkça %2,21-2,15, metiyonin ise %0,52-0,51 değerlerine düşmüştür (Abdollahi vd., 2022). Isıtılma işlem uygulanırken metot, süre, sıcaklık, ekipman, öğütme vb. tüm etkenlerin doğru belirlenmesinin önemli olduğu yorumlanmıştır.

Mevcut çalışmada farklı sıcaklıklarda kavrulmuş TYS gruplarının PDİ, KOH-PÇ ve TİA-A değerlerinin, çiğ soya grubunun değerlerinden önemli düzeyde düştüğü görülmüştür. Aynı zamanda, sıcaklık arttıkça PDİ, KOH-PÇ ve TİA-A değerlerinin daha da düştüğü görülmüştür. R-lizin değeri ise, ham soya ve tam yağlı soya grupları arasında değişmediği görülmüştür. Bu çalışmada ölçümü yapılmış parametreler ısıtılma işlem etkisinin göstergesi olarak kabul edildiğinde, görünen düşüşler normal ve doğru kabul edilmiştir. Buna benzer önceki bir çalışmada, yeterli ısıtılma işlem uygulandığının göstergesi olarak protein dağılıbilirlik endeksinin %45 düzeyinden aşağıda olması gerektiğini ve sıcaklık arttıkça PDİ değerinin düşeceği bildirilmektedir (Batal vd., 2000). Önceki bir çalışmaya göre, farklı menşe ülkelere ait soyalara uygulanan pişirme sıcaklığı arttıkça PDİ ve tripsin inhibitör aktivitesinin belirgin şekilde azaldığı bildirilmektedir (Qin vd., 1998). Soya ürünlerinin protein kalitesini belirlemek amacıyla kullanılan PDİ, pratik ve en tutarlı yol olarak bildirilmiştir ve soya küspesi için PDİ değerinin %15-30 aralığında olması önerilmiştir (van Eys ve Ruiz, 2021). Bir başka çalışmada ise, tam yağlı soyanın PDİ değerinin %13,6 – %29,5 aralığında olması gerektiği bildirilmiştir (Clarke ve Wiseman, 2005). Mevcut bu çalışmada da sıcaklık etkisiyle PDİ değerinin daha düşük olduğu görülmüş, fakat farklı ısıtılma işlem uygulanmış grupların kendi arasında ise istatistiksel bir fark gözlemlenmemiştir. Önceki bir çalışmaya göre, tam yağlı soya 7 farklı sıcaklıkta işlenmiş, sıcaklık arttıkça kademeli olarak PDİ değerleri düşmüştür. Bu çalışmada %8,49-10,30 PDİ yeterli işlemeyi, %10,30 üzerinde PDİ değerleri yetersiz sıcaklıkta işlemeyi ve %8,49 altındaki PDİ değerlerinin yüksek sıcaklıkta işleme olarak

tanımlanmış ve mevcut çalışma sonuçlarıyla benzeşmektedir. Elde edilen PDİ değerlerine göre, TYS'ye uygulanan her iki ısıl işlemde sıcaklık derecesinin yeterli olduğu kanaatine varılmıştır. Yine mevcut çalışmada potasyum hidroksitte protein çözünürlüğü sonuçları incelendiğinde, ham soyada KOH-PÇ değerinin en yüksek olduğu, sıcaklık derecesi arttıkça TYS örneklerindeki bu değer düşüyor ve sıcaklık arttıkça KOH-PÇ değerinin linear olarak önemli şekilde azaldığı görülmüştür. Önceki bir çalışmada, sıcaklık süresi veya derecesindeki artışla KOH- PÇ değeri arasında ters ilişki olduğu bildirilmektedir (Bulut, 2010). Diğer yandan mevcut bu çalışmadaki KOH-PÇ değeri ile R-lizin değeri arasında bir ilişki olmadığı görülmektedir. Bu konuda yapılmış bir çalışmada da, tam yağlı soyalarda KOH-PÇ değeri ile sindirilebilir lizin arasında korelasyon sağlanmadığı bildirilmiştir (Ruiz vd., 2004). Mevcut bu çalışmadaki TYS gruplarının TİA-A değerlerinin, çiğ soya grubuna kıyasla farklı işleme sıcaklıklarında düşmüştür. Aynı zamanda TYS gruplarında artan sıcaklıkla bu değerlerin linear olarak azaldığı görülmektedir. Önceki bir çalışmaya göre, sıcaklık derecesi ve süresiyle TYS'nin TİA değerlerinin çiğ soya değerlerine göre önemli seviyelerde düştüğü bildirilmektedir (Abdollahi vd., 2022). Yine benzer bir diğer çalışmada da, çiğ soyalarda farklı sıcaklıklarda (118-140°C) kavrulduğunda özellikle TİA değerlerindeki düşüşün çok önemli seviyelerde olduğu belirtilmektedir (Ruiz vd., 2004). Başka bir çalışmada ise, ekstrüzyon işlemiyle 140°C den daha düşük sıcaklıkta aktivasyonu (8,4 mg) <10 mg seviyesinin altına düşürmediğini (Leeson ve Atteh, 1995), bu konuda yapılan başka çalışmalarda ise kanatlılar için tripsin inhibitör aktivitesinin $\leq 4,7$ mg/g olarak bildirmiştir (Batterham vd., 1993; Clarke ve Wiseman, 2005). Mevcut bu çalışmada her iki sıcaklık grubu için tespit edilmiş tripsin inhibitör aktivitesi <10 mg seviyesinin altında olduğu görülmektedir. Yine benzer bir başka bir çalışmada da 118°C, 120°C, 122°C, 126°C derece ısıl işlem gören tam yağlı soyalarda sırasıyla 9,41 mg, 6,68 mg, 1,66 mg 1,26 mg ve 140°C dereceye çıkıldığında ise tripsin inhibitör aktivitesi saptanamadığı bildirilmektedir (Perilla vd. 1997). Mevcut bu çalışmadaki veriler ve diğer çalışmalar ın verileri göz önüne alındığında ekstrüzyon süresinin ve derecesinin, ekipman ve metotların bu parametreleri etkilediği yorumu yapılabilir. Yapılan bir başka çalışmada ıslak ekstrüzyon ile 126°C kuru kavurmada 130°C en uygun sıcaklık olarak görülmektedir, sıcaklık artışıyla tripsin inhibitör aktivitesi ve sindirilebilir amino asit arasında ters korelasyon olması gerektiği, sıcaklık yükselirken amino asit profilinin zarar görmemesine dikkat edilmesi gerektiği ortaya konmuştur (Ruiz vd., 2004). Başka bir çalışma da 140°C de tripsin inhibitör aktivitesi sıfıra düşmesine rağmen amino asit profili bakımından en uygun sıcaklık olarak 126°C'deki örneklerin profili uygun olduğu bildirilmektedir (Perilla

vd., 1997). TIA değerlerinin çok düşük olması, çok yüksek sıcaklıkların da uygulanmış olabileceğinin göstergesi, ařırđ işlemeyi tespit etmenin yolu olduğu ve dikkat edilmesi gerektiği bilinmektedir. Çünkü fazla işleme protein yapısına dolayısıyla amino asit yapısına zarar verdiği ve besi performansı parametrelerini kötüleştirdiği bildirilmektedir (Abdollahi vd., 2022; Bulut, 2010; Hoffmann vd., 2019). Yine bir başka çalışmaya göre tam yağlı soyadaki tripsin inhibitörünün en çok düşme gösterdiği sıcaklık aralığının 150-160 derecede %9-11 nem içerikli soyalardan elde edildiği bildirilmektedir (Riaz, 2007).

Mevcut alışmada SFK A ve SFK B grupları arasında HP, HS, ADF, NDF ve fosfor değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu soya küspesi gruplarının NIRS analiziyle de aynı besin maddelerinin yanı sıra metiyonin ve lizin aminoasit ölçümleri de yapılmıştır. Yapılmış iki analiz metodu sonuçlarına göre birbirine yakın sonuçlar elde edilmiş olmakla birlikte, NIRS analizinde SFK gruplarının nişasta, metiyonin ve lizin değerleri arasındaki fark da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Mevcut alışmada SFK-B grubunun ham protein değerlerinin SFK-A grubundan yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Aynı şekilde SFK-B grubunun metiyonin ve lizin değerleri de SFK-A grubundan daha yüksektir. Dolayısıyla, metiyonin ve lizin değerlerinin ham proteince zengin SFK'lerinde yüksek olması, protein kalitesinin de yüksek olduğunun bir göstergesi olarak düşünülmüştür. Farklı protein seviyelerine sahip soya kspeleriyle ilişkili önceki bir çalışmada, %44 ve %49 HP içeren soya ksperlerinin metiyonin değeri sırasıyla, %0,5-0,67 ve %0,6-0,69; lizin değerleri sırasıyla %2,5-2,66 ve %2,99-3,22 olduğu görülmekte ve mevcut bu çalışmayla örtüşmektedir (El-Shemy, 2011). Farklı işleme teknikleriyle üretilmiş soya küspesi çalışmasında da yüksek ham protein içeren soya küspelerinin düşük HP içeren soya kspelerine göre daha yüksek metiyonin ve lizin seviyelerine sahip olduğu bildirilmiştir (Borucki-Castro vd., 2007). Yine yapılmış bir çalışmaya göre, otoklavlama süresi (29 PSI basınç ve 128°C'de, 0-60 dakika arası) arttıca soya küspesinin lizin değerlerinin düştüğü bildirilmektedir (Dunmire, 2019). Mevcut bu çalışmada her iki analiz metoduna göre de, SFK-A grubunda HS, ADF, NDF değerleri yüksek tespit edilmiş, örneklerin soya kabuğunca zengin olmasından kaynaklanabileceği dşnlmş, ancak SFK-A grubunun fosfor değerinin SFK-B grubundan düşük çıkmasının nedeni açıklanamamıştır. Bu konuda da herhangi bir literatüre rastlanılmamıştır. Yine mevcut bu çalışmada NIRS analiz sonuçlarına göre nişasta değerinin yüksek proteinli SFK grubunda artan protein nedeniyle nişasta ve ham yağ değerlerinin oransal olarak düştüğü düşünülmektedir. Öte yandan SFK gruplarının nişasta, ham yağ ve fosfor gibi besin maddelerinin farklılığının, soya çeşitine, yetiştirildiği toprağa ya da SFK

işleme şeklinden de kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Önceki bir çalışmada da iki fermente soya küspesinin farklı işleme metodundan dolayı besin maddelerinin ve amino asit içeriklerinin farklı çıktığı bildirilmektedir (Chen ve Chiou, 2010). Yine bir başka yapılmış çalışmada ise, dört farklı bölgede yetişmiş soyanın küspelerinde HP, HY, HS ve fosfor değerlerindeki fark önemli bulunmuştur. Aynı küspelerin üreaz aktivitesi, KOH-PÇ ve tripsin inhibitör aktivitelerindeki fark önemli olarak bildirilirken, tüm bu farklılıkların sebebinin soyanın farklı bölgelerde yetiştirilmiş olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir.

Mevcut bu çalışmada farklı protein düzeylerindeki soya küspelerinin NIRS metoduyla ölçülmüş PDİ, TİA-A ve reaktif lizin değerlerinin arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Mevcut bu çalışmada SFK-A ve SFK-B için tripsin inhibitör aktiviteleri sırasıyla 1,75 mg ve 1,71 mg olarak değerlendirilirken, bir başka önceki çalışmada ekstrüder sıcaklığı sırasıyla 154°C, 182°C, 199°C ve ham protein seviyeleri sırasıyla %48,84, %50,67 ve %49,06 olan soya küspelerinin tripsin inhibitör aktiviteleri sırasıyla 10,6 mg, 2,5 mg ve 3,7 mg olarak bildirilmiştir (Villegas vd., 2024). Yine bir başka çalışmada; 121°C 120 dakika otoklavlama işlemiyle tripsin inhibitör aktivitesinin 38 mg' dan 0 mg'a düşüreceğini bildirmişlerdir (Kratzer vd.,1990). Aynı şekilde Batal vd. (2000), 121° de 36 dakika otoklavlama işlemi ile tripsin inhibitör aktivitesinin 44,2 mg den 2,6 mg a düşüreceğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte tripsin inhibitör aktivitesinin tam yağlı soyanın için belirleyici olduğunu ve soya küspesi için üreaz aktivitesinin irdelenmesi gerektiği bildirilmiştir (Lui ve Ruiz, 2021). Mevcut çalışmada üreaz aktivitesi bakılmamıştır ve diğer çalışmalar göz önüne alındığında mevcut çalışmada gözlemlenen farkın işleme tekniğinde kullanılan metottan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Mevcut çalışmada K (Ham Soya) grubunda KOH-PÇ değeri %93,19 bulunurken; TYS-NS (119-134°C) ve TYS-YS (135-141°C) gruplarında sırasıyla %81,83 ve %75,58 KOH-PÇ değeri saptanmış olup, önceki bir çalışmaya göre 118°C, 120°C, 122°C, 126°C, 140°C derece ısı işlem gören tam yağlı soyalarda sırasıyla %88, %86, %84, %72, %67 KOH-PÇ değeri bulunmuş (Perilla vd., 1997) ve mevcut çalışmada da olduğu gibi sıcaklık arttıkça KOH-PÇ değeri düşmüştür. Soya küspesi ile yapılan bir diğer çalışmada 0 ve 18 dakika arasında yapılan otoklavama işlemiyle KOH-PÇ değerleri %76-%47 arasında, PDİ değeri ise 0. dakikada %84 iken 12. dakikada %40 seviyelerinde olduğu bildirilmiştir (Batal vd., 2000). KOH-PÇ %65'den az ise aşırı işlemenin, %85'in üstündeyse yetersiz işlemenin göstergesi olabileceği bildirilmiştir (El-Shemy, 2011). Önceki bir benzer çalışmaya göre, soya fasulyesinin 0.2'lik KOH solüsyonunda %90 çözünürlüğe sahip olması gerektiğini ve doğru ısı işlem görmüş soya

küspesinde KOH-PÇ değerinin %78-85 olduğunu bildirirlerken, KOH-PÇ değerinin yalnızca soya küspesi için geçerli bir parametre olduğunu belirtmişlerdir van Eys ve Ruiz (2021). Mevcut bu çalışmada soya küspeleri arasında KOH-PÇ değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ancak üstte bahsedilmiş önceki çalışmalara paralel değerler gösterdiği ve kriterleri karşıladığı yorumu yapılabilir. Öte yandan önceki bir çalışmaya göre optimum PDİ değerinin soya küspelerinde %14,5-%26,4 aralığında olduğunu bildirdi (Clarke ve Wiseman, 2005). Mevcut bu çalışmadaki farklı protein içerikli SFK gruplarının PDİ değerleriyle benzer olduğu görülmektedir.





6. SONUÇ

Bu çalışmanın ilk kısmında ham soya ve iki farklı ısıl işlem (119-134°C ve 135-141°C) uygulanmış tam yağlı soyaların besinsel/kalite değerlendirmesi yapılırken, diğer kısımda ülkemizde üretilmiş ya da ithal gelmiş soya küspeleri protein içeriklerine göre ki gruba ayrılarak (%44-46 ve %47-48,5 HP) besinsel/kalite değerlendirmesi yapılmıştır.

Bu çalışmaya göre sahada üretilen TYS ve SFK yemlerinin üretim şekillerinin ve içeriklerinin çok farklılıklar gösterdiği görülmüştür. Bu yemlerin üretim metotlarının bilinmesi ve en uygun olanının belirlenmesiyle, ham protein açısından spektleri karşılarsa da bu ürünler elde edilirken uygulanan işlemlerin sürekli olarak takip edilmesiyle, besin madde kompozisyonları yanı sıra lizin ve metiyonin amino asitlerinin içeriği tahmin edilecek ve standartlaştırılmış olacaktır. Aynı zamanda, amino asit sindirilebilirliği ve anti-besinsel faktörler gibi kaliteyi belirleyen bilgilerin de dikkate alınmasıyla bu yemlerin standardı sağlanarak, hem toplam kalite yönetimine katkı sağlayacak hem de doğru ve dengeli rasyon hazırlamaya da önemli katkı sağlayacaktır. Dolayısıyla bu çalışmadan çıkan sonuçlar, pratik hayvan besleme ve yem sektörünün ihtiyaç duyduğu kalite parametrelerinin değerlendirilmesi bakımından önem taşımaktadır. Standart parametrelere ek olarak değerlendirilen parametreler için NIR Spektrofotometrik analizler gibi modern ve hızlı analizler ayrıntılı bilgilere ulaşmayı kolaylaştırabilir. Isıl işlem parametreleri değerlendirilirken tüm soya ürünleri için aynı ölçütlerin dikkate alınmayacağı da göz önüne alınmalıdır. Farklı ısıl işlemler ya da metotlarla üretilen soya ürünlerinin in vivo çalışmalarda hayvan performansına etkisinin ortaya konacağı, aynı zamanda bu ürünlerin ısıl işlem parametreleri belirlenerek en uygun seviyelerinin tavsiye edileceği çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.



KAYNAKLAR

- Abdollahi, M.R., Wiltafsky-Martin, M., Zaefarian, F. ve R, Velmurugu. (2022). Influence of conditioning and expansion characteristics on the apparent metabolizable energy and standardized ileal amino acid digestibility of full-fat soybeans for broilers. *Animals*, 2022, 12(8), 1021; <https://doi.org/10.3390/ani12081021>
- Aderibigbe, A., Cowieson, A.J., Sorbara, J.O., Pappenberger, G. ve Adeola, O. (2020). Growth performance and amino acid digestibility responses of broiler chickens fed diets containing purified soybean trypsin inhibitor and supplemented with a monocomponent protease. *Poultry Science*, Volume 99, Issue 10, October 2020, Pages 5007-5017.
- AOAC (1997). Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. 16th ed, Washington DC, USA.
- Araba, M. ve Dale, N.M. (1990). Evulation of protein solubility as an indicator of overprocessing soybean meal. *Poultry Science*, Volume 69, Issue 1, January 1990. Pages 76-83.
- Avedeweh, A.E. (2014). *Effect of heating time on yield and quality of soybean meal and oil*. [College of Engineering, Department of Agricultural Engineering Thesis]. August, 2014
- Batal, A.B., Douglas, M.W., Engram, A.E. ve Parsons C.M. (2000). Protein dispersibility index as an indicator of adequately processed soybean meal. *Poultry Science*. Volume 79, Issue 11, Pages 1592-1596.
- Batterham, E.S., Andersen, L.M. ve Baigent, D.R. (1993). Utilization of ileal digestible amino acids by growing pigs: methionine. *British Journal of Nutrition*, Volume 70, Issue 3, November 1993, pp. 711 – 720 DOI: <https://doi.org/10.1079/BJN19930166>
- Bilgüven, M. ve Karabulut, A. (1996). Alabalık Karma Yemlerinde Tam Yağlı Soyanın Balık Unu Yerine Kullanılma Olanakları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. (1996) 12:77-88.

- Borucki-Castro, S.I., Phillip, L.E., Lapierre, H. ve Jardon, P.W. (2007). Ruminant degradability and intestinal digestibility of protein and amino acids in treated soybean meal products. *Journal of Dairy Science*. Volume 90, Issue 2, February 2007. Pages 810-822.
- Bulut, G. (2010). *Türkiye’de üretilen soya hammaddelerinde protein kalitesinin kanatlılar yönünden in vitro tekniklerle belirlenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Caprita, A. ve 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., Iliu, G., Crestescu, I. ve Simulescu, V.O. (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, C.C. ve Chiou, P.W.S. (2010). Evaluating nutritional quality of single stage- and two stage-fermented soybean meal. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. Cilt/Volume 20, Sayı/Issue (1-2): 287 – 294. <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.90341>
- Clarke, E. ve 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 Tecgnology*. Volume 121, Issues 1-2, Pages 125-138.
- Çiftçi, M., Güler, T., Çerçi, İ.H., Ertaş, O.N. ve 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* 2006, 20(1), 45-50.
- Dunmire, K.M., Dhakal, J. ve Stringfellow, K. (2019). Evaluating soybean meal quality using near-infrared reflectance spectroscopy. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports, Swine Day*. 5(8): 1-8.
- Elbirlik, O ve Özdoğan M. (2021). Yem formunun yakın kızılötesi yansıma spektroskopisi yöntemiyle süt sığırları karma yemlerinin besin madde değerlerine etkisinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 58(2): 263-271.

- El-Shemy, A. (2011). *Soybean and Nutrition*. Edited by Hany A. El-Shemy, Published by InTech. Janeza Trdline 9,51000. Rijeka, Croatia.
- Ergin, N. ve Aydemir, S.K. (2018). Soya bitkisinin hayvan beslemedeki yeri ve önemi. *Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 1(1):143-157,2018.
- Eren, M. ve Kocaoğlu-Güçlü, B. (2024). Türkiye’de ruminant beslemede kullanılabilecek bazı alternatif kaba yemler. *Veteriner Hekimlik Çalışmaları (Ş. Aşkar, Ed.)*. Sayfa: 15-31 DOI:10.5281/zenodo.10890033
- Evans, C.E., Garlich, J.D., Stark, C.R. ve Grimes, J.L. (2021). The effect of feed processing of novel unheated, low trypsin inhibitor soybeans on the performance of young female turkeys reared from hatch to 21 days of age. *Poultry Science*, 100,11,101399.
- Fontaine, J., Zimmer, U., Moughan, P.J. ve Rutherford, S.M. (2007). Effect of heat damage in an autoclave on the reactive lysine contents of soy products and corn distillers dried grains with solubles use of the results to check on lysine damage in common qualities of these ingredients. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol 55, Issue 26. <https://doi.org/10.1021/jf071747c>
- Giallongo, F., Oh, J., Frederick, T., Isenberg, B., Kniffen, D.M., Fabin, R.A. ve Hristov, A.N. (2015). Extruded soybean meal increased feed intake and milk production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Volume 98, Issue 9, September 2015, Pages 6471-6485.
- Grant, G., 1989. Antinutritional effects of soybean. *Progress in Food and Nutrition Science*, 13.
- Grant, G., Dorward, P.M., Buchan, W.C., Amour, J.C. ve Pusztai, A. (1995). Consumption of diets containing raw soya beans (*Glycine max*), kidney beans (*Phaseolus vulgaris*), cowpeas (*Vigna unguiculata*) or lupin seeds (*Lupinus angustifolius*) by rats for up to 700 days. Effects on body composition and organ weights. *British Journal of Nutrition*, 73, 17–29.
- Green, R.L., Thureau, G., Pixley, N.C., Mateos, A., Reed, R.A. ve Higgins, J.P. (2005). In-line monitoring of moisture content in fluid bed dryers using near-ir spectroscopy with consideration of sampling effects on method accuracy. *Analytical Chemistry* 77(14): 4515-4522.

- Güler, D. ve Emeksiz, F. (2014). *Türkiye’de Soya Üretimi, Tüketimi ve Pazarlanması*. [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü]. *Researchgate*.
- Heger, J., Wiltafsky, M. ve Zelenka, J. (2016). Impact of different processing of full-fat soybeans on broiler performance. *Czech J. Animal Science*, 61, 2016 (2): 57–66. DOI:10.17221/8728-CJAS
- Hemetsberger, F., Hauser, T., Doming, K.J., Kneifel, W. ve Schedle, K. (2021). Interaction of soybean varieties and heat treatments and its effect on growth performance and nutrient digestibility in broiler chickens. *Animals* 2021, 11, 2668. <https://doi.org/10.3390/ani11092668>
- Hoffman, D., Thurner, S., Ankerst, D., Damme, K. ve Windisch, W. (2019). Chickens’ growth performance and pancreas development exposed to soy cake varying in trypsin inhibitor activity, heat-degraded lysine concentration, and protein solubility in potassium hydroxide. *Poultry Science* Volume,98, Pages 2489-2499. <https://doi.org/10.3382/ps/pey592>
- Karabulut, A. ve Canbolat, Ö. (2005). *Yem değerlendirme ve analiz yöntemleri*. Uludağ Üniversitesi Yayınları. 2.05.048.04.24. Bursa
- Kouris-Blazos. A. ve Belski, R. (2016). Health benefits of legumes and pulses with a focus on australian sweet lupins. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 25(1),1. DOI:10.6133/apjcn.2016.25.1.23
- Kratzer, F.H., Bersch, S., Vohra, P. ve Ernst, R.A. (1990). Chemical and biological evaluation of soya-bean flakes autoclaved for different durations. *Animal Feed Science and Technology*. Volume 31, Issues 3-4, Pages 247-259. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(90\)90129-V](https://doi.org/10.1016/0377-8401(90)90129-V)
- Kuenz, S., Thurner, S., Hoffmann, D., Kraft K., Wiltafsky-Martin, M., Damme, K., Windisch, W. ve 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*, Volume 101, Issue 4, April 2022. DOI:10.1016/j.psj.2022.101740
- Kutlu, H.R. ve Çelik, L. (2005). *Yemler bilgisi ve yem teknolojisi*. Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No:266, Ders Kitapları Yayın No:A-86, Adana.

- Kutlu, H.R. ve Özen, N. (2009). Hayvan beslemede son gelişmeler. *VI. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi*. Erzurum
- Küçükersan, K., Tuncer, Ş.D., Küçükersan, S. ve Atasever, A. (2001). Isıtılan ve sodyummetabisülfid ile işlem gören tam yağlı soyanın broyler rasyonlarında kullanılma olanakları. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 25 (2001) 273-281
- Lambo, M.T., Ma, H., Zhang, H., Song, P., Mao, H., Cui, G., Dai, B., Li, Y. ve Zhang, Y. (2024). Mechanism of action, benefits, and research gap in fermented soybean meal utilization as a high-quality protein source for livestock and poultry. *Animal Nutrition Volume 16*, March 2024, Pages 130-146.
- Lee, H. ve Garlich, J.D. (1992). Effect of overcooked soybean meal on chicken performance and amino acid availability. *Poultry Science*, Volume 71, Issue 3, Pages 499-508. <https://doi.org/10.3382/ps.0710499>
- Leeson, S. ve Atteh, J.O. (1995). Response of broiler chicks to dietary full-fat soybeans extruded at different temperatures prior or after grinding. *Poltry Science*, University of Guelph, Guelph, Ont. N1G 2W1, Canada.
- Lehmali, I.F. ve Jafari, M.A. (2019). Effect of different thermal and non-thermal processing methods on chemical composition, quality indicators and apparent nutrient digestibility of full-fat soybean. *Poultry Science* 21(04). <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2019-1099>
- Liener, I. E. (2000). Non-nutritive factors and bioactive compounds in soy. In: Dackley, J. K. (Ed.), Soy in Animal Nutrition. *Federation of Animal Science Societies Savoy, IL*, 13-45
- Lim, C., ve Akiyama, D.M. (1989). Full-fat soybean meal utilization by fish. *Asian Fisheries Science*. Singapore.
- Loruka, M.N.I. (2011). Effects of processing on soybean nutrients and potential impact on consumer health: an overview. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*. Volume 11, No.4, July 2011. DOI: 10.4314/ajfand.v11i4.69170
- Lui, K. ve Ruiz, N. (2021). Soybean trypsin inhibitor and urease activities and their correlations as affected by heating method, duration, sample matrix and prior soaking. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 98(1), DOI:10.1002/aocs.12514.

- Ma, S., Wang, H., Dou, Y., Liang, X., Zheng, Y., Wu, X. ve Xue, M. (2022). Anti-nutritional factors and protein dispersibility index as principal quality indicators for soybean meal in diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* GIFT), a meta-analysis. *Animals* 2022, 12(14), 1831; <https://doi.org/10.3390/ani12141831>
- Madar, Z. (1979). Kinetics of native and modified Bowman–Birk soya-bean trypsin inhibitor on growth and enzymes activities of the chick pancreas. *British Journal of Nutrition*, 42, 121–126.
- Mantovani, D., Filho, L.C. ve Corazza, M.L. (2011). Physical and chemical characteristics studies during the processing of soybean used in monogastric feeding. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina* 32(3): 1163-1168.
- Marty, B.J. ve Chavez, E.R. (1993). Effects of heat processing on digestible energy and other nutrient digestibilities of full-fat soybeans fed to weaner, grower and finisher pigs. *Canadian Journal of Animal Science* 73: 411-419. <https://doi.org/10.4141/cjas93-043>
- Mateos, G.G., Fondevila, G. ve Archs, J.L. (2020). Use of soybean products in animal feeding. *Part I – Nutritional Value. Magazine The Animal Nutrition August 2020 26 May.* <https://nutrinews.com/en/use-of-soybean-products-in-animal-feeding-part-i-nutritional-value/>
- Nikmaram, N., Leong, S.Y., Koubaa, M., Zhu, Z., Barba, F.J., Greiner, R., Oey, I. ve Roohinejad, S. (2017). Effect of extrusion on the anti-nutritional factors of food products: an overview. *Food Control. Volume 79, September 2017, Pages 62-73.* <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.03.027>
- Nilüfer, D. ve Boyacıoğlu, D. (2007). Soya ve soya ürünlerinin fonksiyonel gıda bileşenleri. *Gıda* (2008) 33 (5): 241-250. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/77998>
- Nizkii, S., Kodirova, G. Ve 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>
- Özçınar, Ü. (2021). *Farklı soya ürünlerinin in situ ve in vitro sindirilebilirlik düzeylerinin karşılaştırılması*. [Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar].

- Pacheco, W.J., Stark, C.R., Ferket, P.R. ve 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 Volume 93, Issue 9*, Pages 2245-2252. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-03986>
- Padalkar, G., Mandlik R., Sudhakaran S., Vats, S., Kumawat, S., Kumar, V., Kumar, V., Rani, A., Ratnaparkhe, M.B., Jadhav, P., Bhat, J.A., Deskmukh, R., Sharma, T.R. ve Sonah, H. (2022). Necessity and challenges for exploration of nutritional potential of staple-food grade soybean. *Journal of Food Composition and Analysis. Volume 117*, April 2023, 105093. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.105093>
- Palacios, M.F., Easter, R.A., Soltwedel, K.T., Parsons, C.M., Douglas, M.W., Hymowitz, T. ve Pettigrew, J.E. (2004a). Effect of Soybean Variety and Processing on Growth Performance of Young Chicks and Pigs. *J. Animal Sciences 2004 Apr;82(4):1108-14*. DOI:10.2527/2004.8241108x
- Palacios, M.F., Soltwedel, K.T., Parsons, C.M. ve Easter, R. (2004b). Effect of soybean variety on growth performance of young chicks and pigs. *Journal of Animal Science 82(4):1108-14*. DOI:10.2527/2004.8241108x
- Palić, D., Modika, K.Y., Oelofse, A., Morey, L. ve Coetzee, S.E. (2011). The protein dispersibility index in the quality control of heat-treated full-fat soybeans: an inter-laboratory study. *South African Journal of Animal Science 2011*, 41. DOI:10.4314/sajas.v41i4.12
- Palliyeguru, M.W.C.D., Rose, S.P. ve Mackenzie, A.M. (2010). Effect of dietary concentrates on the incidence of subclinical necrotic enteritis and growth performance of broiler chickens. *Poultry Science, Volume 89, Issue 1, 1 January 2010*, Pages 34-43. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00105>
- Parson, C.M., Hashimoto, K., Wedekind, K.J., Han, Y. ve Baker, D.H. (1992). Effect of overprocessing on availability of amino acids and energy in soybean meal. *Poultry Science. Volume 71, Issue 1, 1 January 1992*, Pages 133-140. <https://doi.org/10.3382/ps.0710133>
- Pehlevan, F. ve Özdoğan, M. (2015). Bazı alternatif yemlerin besin madde içeriğinin belirlenmesinde kimyasal ve yakın kızılötesi yansıma spektroskopisi metotlarının karşılaştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 12(02): 1-10*.

- Perilla, N.S., Cruz, M.P., Belalcazar, F. ve Diaz, G.J. (1997). Effect of temperature of wet extrusion on the nutritional value of full-fat soybeans for broiler chickens. *British Poultry Science* 38(4):412-6. DOI:10.1080/00071669708418011
- Qin, G.X., Verstegen, M.W.A. ve Van der Poel, A.F.B. (1998). Effect of temperature and time during steam treatment on the protein quality of full-fat soybeans from different origins. *J. Sci. Food Agric.* 1998, 77,393-398. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199807\)77:3<393::AID-JSFA59>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199807)77:3<393::AID-JSFA59>3.0.CO;2-M)
- Ravindran, V., Abdollahi, M. Ve Bootwalla, S. (2014). Nutrient analysis, apparent metabolisable energy and ileal amino acid digestibility of full fat soybean for broilers. *Animal Feed Science and Technology, Volume 197*, November 2014, Pages 233-240. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.08.014>
- Riaz, M. (2007). Extruding full fat soy for maximum quality. Food Protein R&D Centre, Texas A&M University, College Station, Texas, USA. <https://www.allaboutfeed.net/animal-feed/feed-additives/extruding-full-fat-soy-for-maximum-quality/>
- Rocha, C., Durau, J.F., Barrilli, L.N.E., Dahlke, F., Maiorka P. ve Maiorka, A. (2014). The effect of raw and roasted soybeans on intestinal health, diet digestibility, and pancreas weight of broilers. *Journal of Applied Poultry Research. Volume 23, Issue 1*, March 2014, Pages71-79.
- Ruiz, N., Belalcazar, F. ve Diaz, G.J. (2004). Quality control parameters for commercial full-fat soybeans processed by two different methods and fed to broilers. *Journal of Applied Poultry Research.* Pages 443-450. <https://doi.org/10.1093/japr/13.3.443>
- Rutherford, S.M., Fanning, A.C., Miller, B.J. ve Moughan, P.J. (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 Volume 145, Issue 2*, February 2015, Pages 372-379. <https://doi.org/10.3945/jn.114.195438>
- Sagan, A. ve Jaskiewicz, T. (2011). Effect of selected thermal processes on the stability of reactive lysine in domestic cultivars of common bean (*Phaseolus vulgaris*). *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences.* 2011,61,1. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10222-011-0004-x>

- SAS (1999). *Statistical Analysis System, Statistical Methods*. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Savage, G.P., Morrison, S.C. (2003). Trypsin inhibitors. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Elsevier (2003), pp. 5878-5884.
- Schneeman, B.O. ve Lyman, R.L. (1975). Factors involved in the intestinal feedback regulation of pancreatic enzyme secretion in the rat. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 148, 897–9. DOI:10.3181/00379727-148-38656
- Sharma, S., Kaur, M., Goyal, R. ve Gill, B.S. (2014). Physical characteristics and nutritional composition of some new soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) genotypes. *J. Food Sci Technol*. 2014 Mar;51(3):551-7. doi:10.1007/s13197-011-0517-7
- Şenköylü, N., Akyürek, H., Şamlı, H.E. ve Ağma, A. (2004). Tam yağlı soyanın metabolik enerji değerinin broyler performansından tahmini. *Uludağ Univ. J. Fac. Vet. Med.* 23 (2004), 1-2-3: 21-25
- Şenyüz, H.H., Karşlı, M.A., Başalan, M. (2015). Kurutulmuş damıtma-tane ve çözümlerinin (DDGS) hayvan beslemede kullanımı. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.* 2015, 55 (2) 82-88.
- TEPGE, (2023). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (2020). *Durum ve Tahmin Soya (Yayın No. 314)*. Ankara: Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. Ankara
- Tunç, A. E. (2017). *Tam yağlı soya, soya küspesi ve ekstrude soyanın in situ ve in vitro rumen protein parçalanabilirlikleri arasındaki ilişkiler*. [Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi].
- USDA (2024). *Data and Alaysis, U.S. Department Of Agriculture. Commodities and Products, Oilseeds, Soybeans*. <https://fas.usda.gov/data/commodities/soybeans>
- Vagadia, B.H., Vanga, S.K., Raghavan, V. (2017). Inactivation methods of soybean trypsin inhibitor – A review. *Trends in Food Science & Technology. Volume 64*, June 2017, Pages 115-125. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.02.003>
- van Eys, J.E. ve Ruiz, N. (Eds.). (2021). *Quality Manual and Analysis for Soybean Products in the Feed Industry. 3rd Edition*. https://ussec.org/wpcontent/uploads/2022/07/QualityManualAnalyses_NewBrandColors_0629_Final.pdf

- Villegas, A.M., Menconi, A., Yacoubi N. ve Applegate, T.J. (2024). Effects of expeller soybean on growth performance, amino acid digestibility and intestinal integrity. *Poltry Science, Volume 103, Issue 4, April 2024, 103526.*
- Wajid, A., Muhammed, M.A., Fozia, I., Moin, Q. ve Ayhan, C. (2020). Nutritive Potentials of Soybean and Its Significance for Humans Health and Animal Productions: A Review. *Eueasian Journal of Food Science and Technology 2020; Vol: 4, Issue 1, Syf: 41-53.*
- Wanders, A.J., van den Berg., L.A., Mensink, M. ve Mes, J.J. (2022). Protein quality of soy and the effect of processing: A quantitative review. *Frontiers in Nutrition, Volume 9, 2022* <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1004754>
- Wang, H., Guo, Y. ve Shih, J.C.H. (2008). Effect of dietary supplementation of keratinase on growth performance, nitroegen retention and intestinal morphology of broiler chickens feed diets with soybean and cottonseed meals. *Animal Feed Science and Technology, Volume 140, Issues 3-4, 140:376-384*
- 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_The_use_of_Soybean_Meal_and_Full_Fat_Soybean_Meal_by_the_Animal_Feed_Industry/links/6405cd66b1704f343faa8ecc/The-use-of-Soybean-Meal-and-Full-Fat-Soybean-Meal-by-the-Animal-Feed-Industry.pdf
- Wolfe, R.R., Rutherford, S.M., Kim, I.I.Y. ve Moughan, P.J. (2016). Protein quality as determined by the digestible indispensable amino acid score: evaluation of factors underlying the calculation. *Nutrition Reviews, Volume 74, Issue 9, September 2016, Pages 584–599, https://doi.org/10.1093/nutrit/nuw022*
- Woyengo, T.A., Beltranena, E. ve Zijlstra, R.T. (2017). Effect of Anti-Nutritional Factors of Oilseed Co-Products on Feed Intake of Pigs and Poultry. *Animal Feed Science and Technology. Volume 233, November 2017, Pages 76-86.*
- Yasothai, R. (2016). Antinutritional factors in soybean meal and its deactivation. *International Journal of Science, Environment and Technology, Vol. 5, No 6, 2016, 3793 – 3797.*
- Yiğit, M. ve Ustaoglu, S. (2003). Total ve Besin Maddesi Sindirilme Oranlarının Su Ürünleri Yetiştiriciliğindeki Önemi. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 287 – 294.*

Žilić, S.M., Božović, I.N., Savić, S. ve Šobajić, S. (2006). Heat processing of soybean kernel and its effect on lysine availability and protein solubility. *Central European Journal of Biology* 1(4) 2006, 572-583. DOI: 10.2478/s11535-006-0039-x





ÖZ GEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı – Soyadı : Şevval KAHRAMANOĞLU TÜMER

Doğum Yeri ve Tarihi :

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce, Almanca

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : 2016 (Staj)- Çamlı Yem Besicilik San. ve Tic. A.Ş.

2017-2018 MNS Yumurta Ltd. Şti.

2018-2021 Evonik Ticaret Ltd. Şti.

2022-Halen İztarım A.Ş.

İLETİŞİM BİLGİLERİ

E-posta Adresi :

Tarih : 29.07.2024