



**SOYA KÜSPESİNİN KONSANTRE
YEMLERDE MİKTARININ TESPİTİNE YÖNELİK
NİR KALİBRASYONU OLUŞTURULMASI**

**Veteriner Hekim
DİREN KESKİN**

**HAYVAN BESLEME VE BESLENME
HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

YÜKSEKLİSANS TEZİ

**DANIŞMAN
Prof. Dr. İsmail BAYRAM
Tez No:2019-039**

2019-AFYONKARAHİSAR

T.C.
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SOYA KÜSPESİNİN KONSANTRE YEMLERDE MİKTARININ TESPİTİNE
YÖNELİK NIR KALİBRASYONU OLUŞTURULMASI

Veteriner Hekim
DİREN KESKİN

HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
YÜKSEKLİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. İsmail BAYRAM

Bu Tez Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu
tarafından 16.SAĞ.BİL.18 proje numarası ile desteklenmiştir.

Tez No: 2019-039

2019-AFYONKARAHİSAR

KABUL ve ONAY SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Tezli Yüksek lisans Programı

çerçevesinde yürütülmüş bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından
Yüksek lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 20.06.2019



Prof.Dr. İsmail BAYRAM
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Jüri Başkanı



Prof.Dr. Mustafa MİDİLLİ
Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Üye



Dr. Öğ.Üy. Cangir UYARLAR
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Üye

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Tezli Yüksek lisans Programı öğrencisi Diren KESKİN' in
" **Soya Küspesinin Konsantre Yemlerde Miktarının Tesbitine Yönelik NIR Kalibrasyonu
Oluşturulması**" başlıklı tezi --. --. 2019 günü saat --. -- ' da Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav
Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Esma KOZAN
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Bana bu çalışma boyunca destek veren başta danışman hocam **Prof. Dr. İsmail BAYRAM** olmak üzere Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı'ndaki diğer hocalarım **Doç. Dr. İ. Sadi ÇETİNGÜL**, **Dr.Öğ.Üy. Cangir UYARLAR** ve **Doç. Dr. Tuba BÜLBÜL'** e; deney aşamasının yürütülmesinde bana destek veren **Arş. Grv. Dr. Eyüp Eren GÜLTEPE'** ye; çalışma boyunca desteğini esirgemeyen eşim **Emine Keskin** ve tüm aileme; örnek toplamada yardımcı olan **AamirIqbal'e** çalışmalarım boyunca her türlü kolaylığı sağlayan, çalışmama katkıda bulunan tüm proje arkadaşlarıma ve meslektaşlarıma sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	i
ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
TABLolar.....	v
GRAFİKLER.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Soya Fasülyesi.....	1
1.1.1.Fiziksel Özellikler.....	2
1.1.2.Tohumun Kimyasal Bileşimi.....	3
1.1.3.Soya tarımı (kültivasyon).....	4
1.1.4.Soya Fasülyesinin Üretimi ve Besin Değeri.....	4
1.1.5.Tohumların ve Soya Küspesinin Kimyasal Bileşimi ve Besin Değeri.....	5
1.1.6.Temel Besin Maddeleri.....	5
1.1.7.Çiftlik Hayvanlarının Beslenmesinde Soya Fasülyesi.....	5
1.1.8.Kümes Hayvanlarının Beslenmesinde Soya Fasülyesi Küspesinin Kullanımı....	6
1.2.Literatür İncelemesi.....	7
1.2.1. Yemlik Yeşil Soya Fasülyesi.....	7
1.2.2.Soya Fasülyesinin Kaba yem Kısmı ve Tohum İçerikleri Arasındaki Farklar....	8
1.2.3.Saman (Ot) Olarak Soya Fasülyesi.....	9
1.2.4.Soya Silajı.....	10
1.2.5.Soya Fasülyesinin FT-NIR ile Analizi.....	10

2.GEREÇ VE YÖNTEM.....	14
2.1. Kalibrasyonların Oluşturulması, Veri Analizi ve Kemometrik Analizler.....	15
3.BULGULAR.....	18
4.TARTIŞMA.....	21
5.SONUÇ.....	24
6.ÖZET.....	25
7.SUMMARY.....	27
8.KAYNAKLAR.....	28



TABLÖLAR

Sayfa

Tablo 3. 1. Rasyonlar (%1-15 SoyaFasülyesiKüspesi).....	16
Tablo 3. 2. Rasyonlar (%16-30 SoyaFasülyesiKüspesi).....	17



GRAFİKLER

Sayfa

Grafik 3.1.Normalizasyon Uygulanmış Spektra Seti.....	18
Grafik 3.2.TahminlemeRezidüal Hatasının Kareler Toplamı.....	19
Grafik 3.3.Kalibrasyon Setinin Tutarlılık Analizi.....	19
Grafik 3.4.Kalibrasyon ve Validasyon Seti Modelleri.....	20



SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler

%

Yüzde

Kısaltmalar

ABD

Anabilim Dalı

ADF

Asit Deterjan Fiber

ADL

Asit Deterjan Lignin

AKÜ

Afyon Kocatepe Üniversitesi

CM

Santimetre

DM

Kuru Madde

FT-NIRS

FourierNearInfraredSpectrometers

HP

Ham Protein

KG

Kilogram

KM

Kuru Madde

MPLS

Değişime Uğramış Kısmi En Küçük Kareler

NDF

Nötral Deterjan Fiber

NIR

Yakın Kızıl Ötesi Yansıma

NIRS

Yakın Kızılötesi Yansıma Spektroskopisi

NM

Nanometre

NRC

UlusalAraştırmaKonseyi

NSP

Nişasta Olmayan Polisakarit

OM

Organik Madde

P	Fosfor
PCR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
PLS	En Küçük Kareler
R	Regresyon Katsayısı
R^2	Determinasyon Katsayısı
SEC	Düşük Standart Kalibrasyon Hatası
SEP	Tahminlemenin Standart Hatası
SNV	Standart Normal Değişken
V-Set PRESS	Validasyon Setinin Tahminleme İrezidüal Hatasının Kareler Toplamı



1-GİRİŞ

Türkiye’de ticari olarak karma yem üreten fabrikalar karma yemi oluşturan yem hammaddelerinin hayvan türlerine göre hazırlanan rasyon programlarında rasyon içeriklerine göre hangi ölçüde karışıma girdiği veya yem karışımına katıldığının belirlenmesinde mevcut halde kullanılan yöntemler ile karışım içeriğine katılan yem hammaddeleri kesin olarak tespit edilememektedir. Bu durum ticari olarak üretimi yapılan karma yemlerin kalitesini tam olarak belirlenmede yetersiz kalmaktadır. Hayvancılıkta ileri olan ülkelerde yem fabrikalarında hazırlanan yem formülasyonlarına göre üretimi yapılan konsantre yemlerde kalite açısından sorgulanması karma yem içerisine katılan yem hammaddelerinin hangi yemlerden oluştuğu yönünde sorgulama yapmaktan daha ziyade karma yemin besin maddeleri içeriğinin yem kanununa ve hayvan ihtiyaçlarına göre yapılıp yapılmadığı şeklindedir. Yem karışımları içine katılan yem hammaddelerinde taşıdığı ürün taraması şeklinde çalışmalar yapılmaktadır. Bu durum daha ziyade gelişmemiş veya gelişmekte olan ülkelerin sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır.

1.1. Soya Fasülyesi

Soya fasülyesi (*Glisinmax*), doğu Asya’ya özgü bir baklagil türüdür. Büyüme alışkanlığına ve boyuna göre değişebilen yıllık bir bitkidir. Soya fasülyesi 20 cm'den 2 metre yüksekliğe kadar dik bir şekilde büyüyebilir. Bölmeleri, sapları ve yaprakları ince kahverengi veya gri tüylenme ile kaplıdır. Yapraklar trifoliattır (bazen 5 yaprakçıklı) ve yaprakçık 6-15 cm uzunluğunda ve 2-7 cm genişliğindedir; tohumlar olgunlaşmadan düşerler. Küçük, göze çarpmayan, kendi kendine yeten çiçekler, yaprağın ekseninde taşınır veya beyaz ya da mor renktedir. Meyve, her biri 3-8 cm uzunluğunda ve genellikle 2-4 adet (nadiren daha fazla) 5-11 mm çapında tohumlar içeren 3-5 küme halinde büyüyen kılıklı bir kabuğu bulunur. Soya fasülyesinin çok sayıda çeşidi bulunmaktadır. Soya fasülyesi yağlı tohumlar içinde sınıflandırılmasına rağmen, tohum olarak fasülye kısmı, bakliyat olarak sınıflandırılır (Anonim,2019a).

Soya fasülyesi, 35'den fazla ülkede, başlıca yağlı tohum olarak yetiştirilmektedir (Smith ve Huyser, 1987). Soya fasülyesi meyvesi basittir veya 1000 tohumluk kütle 115-280g alan 1 veya 2 tohum dahil yaklaşık 3-7 cm uzunluğunda hilal kabuğunun şeklini alır. Yemde yaklaşık 180-200 gr.lık kütle şeklinde tohumlar tasarlanır. Olgunlaşmamış tohumlar yeşildir ve olgunluk açık sarıdan yeşil ve kahverengiye kadar değişir. Soya fasülyesi tohumları küresel bir şekle sahiptir, sarı ve yeşil renk en çok istenen olanıdır (Sikorski, 2007). Soya fasülyesi ürünleri tüm dünyada gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Soya fasülyesi tohumları yüksek miktarda protein içerir ve amino asit bileşimi yaklaşık olarak hayvansal proteinlerin bileşimine yakın olmasa da oldukça iyidir. Bu nedenle genellikle et proteininin yedek bileşeni olarak kullanılır. Soya fasülyesi tohumu, yağ endüstrisinde kullanılır. Soya fasülyesi tohumlarının yaklaşık % 90'ını kotiledonlardan % 8'i kabuktan oluşur. Kotiledonlarda birikmiş proteinler ve yağlar, tohumların ana bileşenleridir. Kotiledonlarda ayrıca biriken karbonhidratlar ve antibesinsel faktörler de bulunur. Bu bileşenlerin ayrılması veya ekstraksiyonu sonucunda insan ve hayvan beslemede kullanılan farklı soya fasülyesi ürünleri elde edilmektedir (El-shemy, 2012).

1.1.1. Fiziksel Özellikler

Soya fasülyesi çeşitli boyutlarda, çeşitli gövde yapıları ve renklerde (siyah, kahverengi, mavi, sarı, benekli, tohum kabuğu) görülmektedir. Olgun fasülyenin gövdesi sert ve suya dayanıklıdır, hem çeneği hem de tohumu hasardan korur. Tohum kabuğu kırılırsa tohum çimlenmez. Tohum kabuğu üzerinde görülen iz, hilum olarak adlandırılır (siyah, kahverengi, açık sarı, gri ve sarı renklidir) bir ucunda kapıcık veya tohum kabuğunda su emilimini mümkün kılan küçük bir açıklık bulunur. Çok yüksek düzeyde soya proteini içeren soya fasülyesi gibi tohumların kurumaya maruz kalabileceği ancak su emiliminden sonra hayatta kalabileceği ve canlanabileceği dikkat çekici bir gerçektir. A.CarlLeopold, Cornell Üniversitesi'ndeki yaptığı araştırmada, soya fasülyesi ve mısırın sağ kalımını inceleyerek her birinin tohumunun hücre canlılığını koruyan bir dizi çözünebilir şeker karbonhidrat içerdiğini tespit etmiştir. Aynı araştırmacı, 1990'ların başında “biyolojik zarları” ve proteinleri kuru halde koruma teknikleri üzerine patentlerle ödüllendirilmiştir (Anonim,2019b).

1.1.2. Tohumun Kimyasal Bileşimi

Soya fasülyesi kütüsesi, miktarının yanı sıra niteliği de dikkate alınarak en iyi bitkisel protein kaynağıdır. Baklagil tohumlarından olan soya fasülyesi tohumları, yüksek miktarda ham protein içerirken, amino asit profili bakımından biyolojik değeri oldukça yüksektir. Ham selüloz içeriği (yaklaşık% 6), diğer bitkisel kaynaklı protein kaynaklarına göre daha düşüktür. Soya fasülyesinin % 40'ı protein, % 20'si ise yağdır. Kalan kısım % 35 karbonhidrat ve yaklaşık % 5 (sodyum) karbondan oluşur. Soya çeşitleri, yaklaşık % 8 oranında tohum kabuğu veya gövde, % 90 çekirdekler ve % 2 hipokotil eksenini veya hücreyi içerir. Soya proteininin çoğunluğu nispeten ısıya dayanıklı bir depolama proteindir. Olgun soya fasülyelerinin başlıca çözünür karbonhidratları, sakkaritleri; disakkaritsükrozu (% 2.5-8.2 aralığında), bir galaktoz molekülüne bağlı bir sükroz molekülünden (1.4 ila 1-4) oluşan disakkaritsükrozu (% 2.5-8.2 aralığında); % 4.1) iki galaktoz molekülüne bağlı bir sükrozdan oluşur. Oligosakaritler rafinoz ve sükroz, soya fasülyesi tohumunun kurumadan canlılığını korumasına karşı, sindirilebilir şekerler değildir ve bu nedenle insanlarda ve diğer tek mideli hayvanlarda şişkinlik ve sindirim rahatsızlığına neden olmaktadır. Sindirilmemiş oligosakaritler bağırsakta karbondioksit, hidrojen, azot, metan vs. gibi gazlar üreten doğal mikroplar tarafından parçalanırlar (Ensminger ve ark., 1990; NRC, 1998).

Çözünür soya karbonhidratları esas olarak peynir altı suyunda bulunur ve fermentasyon sırasında parçalanırlar. Soya konsantresi, soya proteini izolatları, soya peyniri, soya sosu ve filizlenmiş soya fasülyesinde gaz aktivitesi yoktur. Aksine, rafinoz ve staşiyoz gibi oligosakaritlerin yutulmasında, yani kolondaki doğal bifidobakterilerin çürümüş bakterilere karşı takviye edilmesinde bazı yararlı etkileri olabilir. Soya fasülyesindeki çözünmeyen karbonhidratlar, karmaşık polisakaritler selüloz, hemiselüloz ve pektinden oluşur. Soya fasülyesi karbonhidratlarının çoğu, diyet lifi olarak sınıflandırılabilir (Ensminger ve ark., 1990; NRC, 1998).

1.1.3. Soya Tarımı (Kültivasyon)

Yetiştirme, yazları sıcak geçen iklimlerde başarıyla yapılmaktadır. İdeal olan sıcaklık dereceleri 20°C'ile 30 °C' dir. 20°C'nin altı ya da 40°C'nin üstü sıcaklıklar ise büyümeyi önemli ölçüde geciktirmektedir. Çok çeşitli topraklarda yetişebilmesine rağmen iyi bir organik içeriğe sahip nemli alüvyal topraklar en ideal olanlarıdır. Modern mahsül çeşitleri genellikle yaklaşık 1 m (3 fit) yüksekliğe ulaşır ve ekimden toplamaya kadar 80-120 gün sürer. Soya fasülyesi önemli bir küresel mahsüldür. Yağ ve proteini için yetiştirilir. Bitkinin büyük bir kısmı, bitkisel yağ için çözümlenmekte ve daha sonra hayvan yemi için yağsız kütlesi kullanılmaktadır. Mahsülün çok küçük bir kısmı insanlar tarafından doğrudan yiyecek için tüketilir. Bununla birlikte soya fasülyesi ürünleri çok çeşitli işlenmiş gıdalarda ortaya çıkar (Anonim,2019c).

1.1.4. Soya Fasülyesinin Üretimi ve Besin Değeri

Soya fasülyesi (*Glisinmax*), 35'den fazla ülkede başlıca yağlı tohum olarak ticari bir ürün halinde yetiştirilir (Smith ve Huyser, 1987). Uzunluğu 3-7 cm olan 1 veya 2 tohumda 1000 tohum kütlesine sahip, içinden 115-280 gr. çıkarmaktadır. Olgunlaşmamış tohumlar yeşildir fakat olgun olanlar, açık sarıdan yeşile sonra kahverengiye dönüşmektedir. Uygulamada, renk ve tohum şekli üzerinde etkili olan farklı çeşitlerden tohumlar kullanılır. Soya fasülyesinin tohumları yuvarlak bir şekle sahiptir. Ya sarı ya da yeşil renk en çok istenen gruptadır (Sikorski, 2007). Soya fasülyesi ürünleri tüm dünyada gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Soya fasülyesi tohumları yüksek miktarda protein içerir ve amino asit bileşimi yaklaşık olarak hayvansal proteinlerin bileşimi kadardır, bu nedenle genellikle et proteininin yedek bileşeni olarak kullanılır. Soya fasülyesi tohumları yağ endüstrisinde kullanılır. Soya fasülyesi tohumlarının yaklaşık % 90'ı çenekleri oluşturur ve % 8'i kabukludur. Çeneklerde birikmiş proteinler ve yağlar, tohumların ana bileşenleridir. Ayrıca burada biriken karbonhidratlar ve anti besinsel faktörler de bulunur. Bu bileşenlerin ayrılması veya çıkarılması sonucunda insanlar ve hayvan beslemede kullanılan farklı soya fasülyesi ürünleri elde edilmektedir (Sikorski, 2007).

1.1.5. Tohumların ve Soya Fasülyesi Küspesinin Kimyasal Bileşimi ve Besin Değeri

Soya küspesi, miktarının yanı sıra niteliği de dikkate alınınca en iyi bitkisel protein kaynağıdır. Baklagil tohumlarından, soya fasülyesi tohumları, ham proteinin çoğunu ve amino asit bileşiminin en iyisini içerir. Ham lif içeriği, (yaklaşık % 6) başka bir bitkisel proteini yüksek olan besine kıyasla daha düşüktür.

1.1.6. Temel Besin Maddeleri

Soya fasülyesi tohumları % 40 oranında ham protein ve % 20 oranında yağ içerir, küspesi ise, % 40-49 oranında daha yüksek ham protein içeriğine sahiptir. Soya fasülyesi küspesi, proteini % 44 ve 49 olarak standardize edilmiş olup, yem üreticileri bu şekilde kullanmaktadırlar. Soya fasülyesi proteini, önemli miktarda lizin içerir (6.2g / 16gN), ancak proteinin biyolojik değeri, metiyonin ve sistein içeriğinin (2.9g / 16 gN) düşük olması nedeniyle sınırlıdır. Soya fasülyesi küspesi, çoğunlukla kümes hayvanları ve domuz rasyonlarında kullanılır. Soya fasülyesi küspesi kanatlı rasyonlarında % 40 düzeyine kadar kullanılabilir. Genel olarak soya fasülyesinde ham protein için aralıklar % 32 - 43,6'dır, yağ için % 15,5 - 24,7'dir. Nötral deterjan lif (NDF) % 10 - % 11,9 arasında, asit deterjan lifi (ADF) % 9 - % 11,1 oranında, karbonhidrat içeriği ise kuru madde bazında % 31,7 - 31,85 oranındadır (Ensminger ve ark.,1990; NRC, 1998; PoultryFeeding Standards,2005). Soya fasülyesi çok az nişasta ve oldukça fazla hemiselüloz ve pektin içerir. Soya fasülyesi ürünlerinin proteini, çok miktarda lizin, triptotan, izolöyzin, valin ve treonin içermektedir (Ensminger et al. 1990; NRC, 1998; Poultry Feeding Standards,2005).

1.1.7. Çiftlik Hayvanlarının Beslenmesinde Soya Fasülyesi

Gelişmekte olan ülkelerin ekonomileri büyüdükçe ve artan dünya nüfusu, beslenme alışkanlıklarını değiştirmekte devamlı, şu anda bile büyüyen dünya nüfusu hayvansal protein ihtiyacını (Bureau ve ark. 2009) her yıldaha da artırmaktadır. Bu durum, hayvan yemi olarak

yaygın şekilde kullanılan soya fasülyesi üretiminin, şu anki yaklaşık 246 milyon ton üretim seviyesinin üstüne çıkması gerektiğini ifade etmektedir (USDA-FAS, 2019).

Soya fasülyesi sadece insanlar için yüksek kalitede yemeklik yağ kaynağı değil aynı zamanda dünya çapında hayvan yemi olarak kullanılan yüksek kalitede bir bitkisel proteindir. Hayvansal kökenli yemlerin evrensel olarak kabul edilebilirliği, göreceli olarak yüksek protein içeriği ve metiyonin hariç uygun amino asit profili, besin maddesi içeriğinde minimum değişiklikler, yıl boyunca hazır bulunma durumu ve uygun şekilde işlendiği takdirde içerisinde anti-besinsel ürünlerin bulunmaması gibi olumlu özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca, hayvansal kökenli yemlere alternatif bir protein kaynağı olarak soya fasülyesi kullanımına dikkat çekilmiştir.

Soya fasülyesinin hayvan beslemedeki temel rolüne rağmen, ham olarak özellikle tek mideli hayvanlara verilemez. Çünkü proteinlerinin besin kalitesi üzerinde olumsuz bir etkiye neden olan bir dizi anti-besleyici faktör vardır. Şans eseri, ısıtma işlemiyle imha edilebilen başlıca anti-besleyici faktörler, proteaz inhibitörleri (tripsin inhibitörleri) ve lektinlerdir (Liener, 1994). Tripsin inhibitörleri, pankreas hipertrofisine / hiperplaziye neden olur, bu da büyümenin kısıtlanmasına neden olurken, lektinler de besin emilimini engelleyerek büyümeyi inhibe eder (Liener, 1994). Bu anti-besleyici faktörlerin ve daha az önemli olanların ortadan kaldırılması, çeşitli işleme yöntemleriyle sağlanabilir. Bu yöntemler, tam yağlı soya fasülyesi, soya fasülyesi küspesi ve soya fasülyesi protein konsantreleri gibi elde edilen ürünlerin besin kalitesi üzerinde farklı etkiye sahiptir. Bunlardan, soya küspesi hem kümes hayvanlarında hem de besi hayvancılığının rasyonlarında ana yem maddesi olmuştur.

1.1.8. Kümes Hayvanlarının Beslenmesinde Soya Fasülyesi Küspesinin Kullanımı

Soya fasülyesi küspesi, yem endüstrisinde en çok kullanılan bitkisel protein kaynağıdır. Fakat, çeşitli anti besinsel faktörler, kanatlı rasyonlarında soya fasülyesi küspesi kullanımını sınırlamıştır (Lee ve ark., 2009). Soya fasülyesindeki karbonhidrat fraksiyonlarından nişasta olmayan polisakkarit (NSP) ve galakto-oligosakkaritler endojen enzim eksikliğinden dolayı kanatlılar tarafından daha az kullanılmaktadır (Choct ve ark., 2010). Bu nedenle, soya fasülyesinin azotla düzeltilmiş metabolize edilebilir enerjisinin değeri,

oligosakkaritfraksiyonu nedeniyle domuzla karşılaştırıldığında kümes hayvanları için yaklaşık % 30 daha azdır (NRC, 1994; NRC,1998).

Ruminantlardarumende mikroorganizmalar ile fermentasyon, soya fasüyesininantibesinsel faktörlerinin parçalamasına neden olur. Fermentasyon işleminin, tripsin inhibitörü gibi antibesinsel faktörleri azalttığı ve küçük boyutlu peptidleri artırdığı düşünülmektedir (Hong ark.,2004).Ek olarak, işlenmiş soya fasüyesi ile beslemenin, tavukların bağırsak içeriğindeki sindirim enzimlerinin(tripsin, lipaz ve proteaz) aktivitelerini önemli ölçüde arttırdığı bildirilmektedir (Feng ark.,2007).

1.2. Literatür İncelemesi

1.2.1. Yemlik Yeşil Soya Fasulyesi

Birkaç agronomik özellik nedeniyle, soya fasüyesi bir yem bitkisi olarak büyük bir potansiyele sahiptir. Soya fasüyesi soğuk veya ılık iklimlerde mevsimlik bir ürün olarak yetiştirilebilir (Martin ve ark., 1990; Mislevyve ark., 2005).Soya fasüyesi yüksek sıcaklıklara ve çeşitli nemli toprak koşullarına tolerans gösterebilir. Ayrıca, soya fasüyesi stresli iklim koşulları altında sorgum bitkileri gibi tahıllar için iyi bir alternatif olabilir (Mislevyve ark., 2005).Yemlik soya fasüyesi, diğer birçok yem türünden daha yüksek seviyede protein içerir (Redfearn ve ark., 1999).Ayrıca, soya fasüyesi yeşil bitki olarak yonca kalitesine eşittir (Hintz ve ark., 1992).Yemlik soya fasüyesi kullanımının bir başka avantajı, kalitesi uzun bir süre boyunca iyi olduğu için hasat tarihlerinin esnek olmasıdır (Blount ve ark., 2006).

Soya fasüyesinin% 50 oranında çiçeklenen yemlik çeşidinin in vitro KM sindirilebilirliği, 590 g/ kg⁻¹ civarındadır (Sollenberger ve ark., 2003).Geç olgunlaşan yemlik soya çeşitleri, 590 - 640g/ kg⁻¹ in vitro organik madde (OM) sindirilebilirliğine ve 150 - 180g/ kg⁻¹ ham protein değerine sahiptirler (Sollenberger ve ark., 2003).Mislevy ve ark. (2005)'da yemlik soya fasüyesinin in vitro OM sindirilebilirliğinin 470 g /kg⁻¹ ila 600 g/ kg⁻¹ ve HP içeriğinin 114 ila 189 g/ kg⁻¹ arasında değiştiğini bildirmektedirler. En yüksek kaliteli yemlik soya fasüyesi, olgunlaşmanın başlangıcında yani tohumların oluştuğu dönemde hasat

edildiğinde fasülyelerde besin maddesi birikimine bağlı olarak elde edilebilir. Bu dönemde NDF ve ADF konsantrasyonları oldukça azdır (Seiter ve ark., 2004). Daha yüksek HP ve daha düşük lif seviyeleri nedeniyle yemlik soya fasülyesi, erken çiçeklenme döneminde biçilen yonca ile karşılaştırılabilir (Frame ve ark., 1998).

1.2.2. Soya Fasülyesinin Kaba yem Kısmı ve Tohum İçerikleri Arasındaki Farklar

Son zamanlarda, birkaç çeşit soya fasülyesi çeşidi geliştirilmiştir. Bu çeşitlerin örnekleri arasında Tyrone, Derry ve Donegal bulunmaktadır (Darmosarkoro ve ark. 2001). Kaba yem için üretilen yeşil soya çeşitleri (yemlik), tohumu için yetiştirilen çeşitlerine (tohumluk tahıl) göre daha fazla yaprak, gövde ve daha az tohum üretir; bu nedenle yemlik soya, tohumluk çeşitlerine göre daha fazla bitkisel büyüme ve daha yüksek toplam KM sağlar (Darmosarkoro ve ark., 2001). Tohumluk çeşitlerine kıyasla, yemlik soya türleri olan Derry, Donegal ve Tyrone daha fazla yaprak ve kök biyokütlesine sahiptir. Bununla birlikte, bu çeşitler arasında da Tyrone türü daha fazla yaprak ve kök verimine sahiptir (Rao ve ark., 2005). Yemlik soya fasülyesi üretiminin artırılmasına yardımcı olmak için morfolojik ve agronomik özellikler, verim ve kalite ile ilgili araştırma verilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Redfearn ve ark., 1999; Altınok ve ark., 1997). Kaba yem bitkisi olarak soyanın kalitesini etkileyen faktörler, olgunluk aşamasını ve yemdeki yaprak, gövde, tohum ve aynı zamanda tohumun diğer bitki kısımlarına göre oranlarındaki değişiklikleri içerir (Sheaffer ve ark., 2001). Genellikle, yemlik soya çeşitlerinden elde edilen yapraklar, tohumluk çeşitlerine göre daha yüksek P konsantrasyonlarına sahiptir. Bu durum, yemlik soya fasülyesinin önemli bir tohum üretimine sahip olmadığı gerçeğine bağlanmaktadır (Sheaffer ve ark. 2001). Hanway ve Weber (1971)'e göre, azot, tohum oluşumu sırasında yapraklardan tohum kısmına aktarılır. Yemlik soya fasülyesi çeşitlerinden elde edilen tohumlarda, daha olgun ve kaliteli tohumların daha yüksek oranda olması nedeniyle, tane amaçlı yetiştirilen çeşitlerinden elde edilen tohumlara göre daha düşük HP ve daha yüksek ADF ve NDF konsantrasyonlarına sahiptir (Sheaffer ve ark., 2001). Sheaffer ve ark. (2001) soya fasülyesi tanelerinde yemlik kısmına göre daha fazla HP ve NDF içeriği olduğunu bildirmektedirler. Yazarlar bu etkiyi, tanelik soya fasülyesinin daha olgun ve yemlik soya fasülyesinden daha fazla tane oranına sahip olduğu gerçeğine

bağlamıştır.Seiter ve ark. (2004), ADF, NDF ve HP oranlarının yemlik soyada tohum başlangıç ve büyüme aşamaları arasında arttığını gözlemlemişlerdir.Tohum başlangıç aşamasında HP için 155 g /kg⁻¹, ADF için 362 g /kg⁻¹ ve NDF için 469 g /kg⁻¹ değerlerini bildirmişlerdir.Yazarlar ayrıca yem kalitesinin önceki çalışmalarla Donegal türü ile elde edilen değerlerle karşılaştırılabilir olduğunu gözlemlemişlerdir (Devine ve ark., 1999; Koivisto ve ark., 2002; Nayigihugu ve ark., 2000).

1.2.3. Saman (Ot) Olarak Soya Fasülyesi

Soya fasülyesi kuru formda da saman olarak kullanılabilir. Tahıl ve saman fiyatları büyük ölçüde değişebilir olsa da, Heitholt ve ark. (2004), saman üretiminin tahıl üretiminden daha karlı olabileceğini göstermiştir. Soya fasülyesi, saman için büyümenin herhangi bir aşamasında hasat edilebilir.Bununla birlikte, sap, seyrek ve lifli olduğu düşünüldüğü için bitkinin arzu edilen en az kaliteli kısmıdır (Blount ve ark., 2006). İri soya fasulyesi otlarının saplarının, beslenme sırasında büyük bir israfa (% 10 - % 20) neden olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, yenen kısım, yemlik değerindeki ortalama kalitede yoncaya eşit olabilir (Barnes, 2006).

NRC'ye (2001) göre, soya samanı (orta vadede) 208 g kg⁻¹ HP, 429 g kg⁻¹ NDF ve 591 g kg⁻¹ toplam sindirilebilir besin içerir. Soya fasülyesi otunun farklı bitki kısımlarının protein içeriği Miller ve ark. (1973) tarafından belirlenmiştir.Gelişim evresine bağlı olarak, HP, gövdeler için 120 ve 140 g kg⁻¹, yapraklar için 190 ve 200 g kg⁻¹ ve bakla için 120 ve 270 g kg⁻¹ arasında değişmiştir. Sapların ortalama NDF, ADF ve ADL konsantrasyonları sırasıyla 681, 588 ve 115 g kg⁻¹ bulunmuştur.Çalışmada,yapraklar için karşılık gelen değerler sırasıyla 339, 247 ve 66 g kg⁻¹'dir (Redfearn ve ark., 1999). Diğer baklagillerin aksine soya samanı, yapraklarından ve tohumlarından sindirilebilir protein sağlar (Blount ve ark. 2006).Diğer birçok yemden farklı olarak, soya samanının besin değeri, tohumların neredeyse tamamen gelişmesinden ve alt yapraklar sarı olana kadar tohum oluşumu arasındaki olgunluk aşamasından büyük ölçüde etkilenmez (Vagts, 2005; Kallenbach ve ark., 2003).Soya fasülyesi tam tohum aşamasında hasat edildiğinde, kurumanın tohumlarda genellikle çok yavaş olduğunu ve saman depolandığında küflenmeye elverişli hale gelmektedir. Yüksek oranda tohum içeren soya fasülyesi otu tüketen hayvanlarda fazla yağlanma oluşturabilir; iştahsızlık ve sindirim sorunlarına da neden olabilir (Barnes, 2006).

1.2.4. Soya Fasülyesi Silajı

Soya fasülyesi silajlık yem olarak tek başına yetiştirilebilir ya da hem mısır hem de sorgum ile ekilebilir. Silaj için soya fasülyesi hasat etmenin en iyi aşaması tam tohum aşamasına yakın ve herhangi bir yaprak kaybından öncedir. Ancak bu noktada, suda çözünür karbonhidratların konsantrasyonu düşüktür. Ayrıca, olgunlaşan silajlık soya, silolanma süresini azaltan yüksek yağ içerebilir (Undersander, 2001; Blount ve ark. 2006).

Silaj için toplanan soya fasülyesi, tohum kısımları içinde bulunduğu kapsül kısımlarını tamamen doldurduğunda ve bitkinin alt yaprakları sararmaya başladığında hasat edilmelidir (Underander, 2001).% 50 kapsül dolgusunda bütün bitki soya fasülyesi 740 - 780 g kg⁻¹ nem konsantrasyonunu içerir (Wolfe ve Kipps, 1959).Bu nedenle yemlik soya fasülyesi, silolanmadan önce 300 - 500 g DM kg⁻¹ düzeyine kadar soldurulmalıdır. Soyanın silolanmadan önce soldurulması, silolanması sırasındaki su sızıntısı ve Clostridial bozulmadan kaynaklanan depolama kayıplarını azaltacaktır (Pitt, 1990).Muck ve ark. (1996), Büyüme aşamasının ileri döneminde silolan soyada pH'sının azaldığı ve laktik asit : asetik asit oranının arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca fermentasyon özelliklerinin yonca silajına benzer olduğunu; Clostridial fermentasyonun önlenmesi için 650 g/kg⁻¹ düzeyine kadar soldurmanın önemli olduğu sonucuna varılmıştır

1.2.5.Soya Fasülyesinin FT-NIR ile Analizi

Fouriertransform yakın kızılötesi spektroskopisi (FT-NIRS), organik maddeleri güvenilir bir şekilde analiz edebilen tahribatsız ve hızlı bir tekniktir. Bu analitik yöntem, gıda endüstrisi ve tarımında büyük bir etki yaratmıştır.Williams'ın (2001) çalışmasına göre; yakın kızılötesi spektroskopiye dayanan çok sayıda analitik metodoloji, bu tekniğin, farklı gıda türlerindeki proteinleri, kuru maddeyi, karbonhidratları ve yağ içeriğini belirleme gibi çok çeşitli analizlerle güvenli ve hızlı bir şekilde başa çıkabildiğini göstermiştir.Yüzde birlik gıda içeriği

analizi, ürün kalitesini garanti altına almayı, resmi denetim ve düzenleme komitesinin gerekliliklerini takip etmeyi ve ayrıca tüketici sağlığına katkıda bulunmayı amaçlar.

Nem, protein, yağ ve karbonhidrat içeriklerinin kimyasal olarak yaş metotlarla belirlenmesi, karakteristik olarak zaman gerektiren ve çok fazla kimyasal atık üreten zahmetli yöntemlerdir. Bununla birlikte, FT-NIRS tekniğini kullanan yöntemler, asgari veya boş numune hazırlama ve atık olmaması ile bu tür saptamalara alternatif olabilmek için kesin ve hızlı sonuçlar sağlar (Kandalave ark., 2012; SalgóveGergely, 2012; Zhou ve ark., 2012). Bununla birlikte, NIR (yakın kızıl ötesi yansıma) bölgesindeki spektral özellikler ve çeşitli parametreleri eş zamanlı olarak değerlendirme amacıyla, niceliksel bilgi elde etmek amacıyla çok değişkenli kalibrasyon yöntemleri kullanılmalıdır. Çok değişkenli kalibrasyon yöntemleri, matematiksel bir modelin geliştirilmesi için analitik denemelerden çok sayıda sonuç gerektiren kemometrilerin bir parçasıdır. Ayrıca, bir model inşa edildikten sonra, kalibrasyonun bir parçası olmayan bir veri grubu tarafından validasyonu yapılmalıdır (AgeletveHurburgh, 2010). Zhu ve ark. (2011) ayrıca soya fasülyesi tohumlarını NIR cihazı yardımıyla analiz etmiştir.

Yapılan bir çalışmada, Brezilya'da üretilen soya fasülyesinin nem, protein, yağ, karbonat ve karbonhidrat konsantrasyonunu belirlemek için NIR yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada 4000 - 10.000 cm⁻¹ aralığında spektrumlar elde edilmiştir. Araştırmada istatistik modeller olarak, PLS (PartielleastSquare) ve SNV (Standart Normal Variate) yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışmada bulunan en iyi kalibrasyon modelleri, protein ve nem içeriğini belirlemek için kullanılanlardır (sırasıyla R² = 0.81 ve R² = 0.80'dir). Bu sonuç, soya fasülyesi kalite parametrelerinin kontrolünde NIR (yakın kızıl ötesi yansıma tekniği) kullanılmasının uygulanabilirliğini göstermektedir (Ferreira ve ark., 2013).

Soya fasülyesi, Çin'in başlıca tarım ürünlerinden biridir; hem zengin genetik çeşitlilik hem de bölgesel ekimden kaynaklanan ayrıca bileşimindeki büyük farklılıklar sebebiyle birkaç yüz çeşit yetiştirilebilmektedir (Lam ve ark., 2010). Halen, geleneksel analiz yöntemleri nem, ham yağ ve protein içeriği olan soya fasulyesi kalite endekslerini analiz etmek için kullanılmaktadır. Bu yöntemler oldukça kesin sonuçlar verir, ancak analitik süreçler zaman alıcı ve zahmetlidir ve kullanılan kimyasal atıklar çevre kirliliğine neden olmaktadır (Liu, 1997). Bu nedenle, alternatif hızlı ve doğru analitik yöntemlere acilen ihtiyaç vardır (Baianu ve ark., 2012; Martin, 1992; Zhu ve ark., 2011).

Yakın kızılötesi yansıma spektroskopisi (NIRS), birden fazla bileşenin eşzamanlı tespiti ve analizi için kullanılabilecek hızlı bir tekniktir (Baianu ve ark., 2012; Louw ve Theron, 2010; Norris ve ark. 1976).Numunelerdeki farklı kimyasal bileşenler, spektrumun yakın kızılötesi bölgesindeki bileşiklerin titreşimsel emme modlarından faydalanarak ve yakın kızılötesi yansıma spektroskopisi kullanılarak hızla ölçülebilir (Martelovidal ve Vazquez, 2014).Çeşitli hidrojen içeren grupların nem, protein, yağ ve karbonhidrattaki frekans katlamaları ve kombinasyon bantlarının tümü yakın kızılötesi yansıma bölgesinde yer alır ayrıca; bu organik moleküllerdeki hidrojen içeren grupların karakteristik titreşim bilgisi kimyasal maddeyi oluşturan karışımların bileşimini belirlemek için kullanılabilir (De-Boever ve ark., 1995).

Soya fasülyesinde NIR ile yapılan ölçümler sonrası elde edilen kalibrasyonları, esas olarak soya fasülyesi tozu numuneleriyle geliştirilmiştir (Williams ve Sobering 1993; Sato ve ark., 1994; Myoung ve ark., 2001a).Soya fasülyesinin ana besin maddesi bileşenleri olan proteini ve yağ ölçümleri yanında, bunların alt birimleri olan amino asitler ve yağ asitlerinin de NIR yardımıyla ölçülmesi amaçlanmıştır.Soya fasülyesinin ham protein ve protein fraksiyonları NIR ile analiz edilmiştir (Cho ve ark., 1987; Pazdernik ve ark., 1996).Soya fasulyesi yağı en küçük kareler (PLS) yöntemi kullanılarak NIR cihazında kantitatif olarak belirlenmektedir (Parreira ve ark., 2002).Soya yağı içindeki toplam fosfolipid içeriğinin FT-NIR spektroskopisi ile belirlenmesi için bir yöntem geliştirilmiştir (Nzai ve ark., 1998).Soya tohumundaki amino ve yağ asidi bileşiminin, NIR ile analizi, NIR değerleri ve referans değerleri arasındaki orta derecede yüksek korelasyon katsayıları ile de bildirilmiştir (Pazdernik ve ark. 1997).

Soya fasülyesi tohumlarındaki protein ve yağ içeriğinin NIR ile ölçümü uygulamaları son yıllardaaraştırmacıların çok fazla ilgisini çekmiştir.Son zamanlarda, Myoung ve ark. 1100 - 2500 nm dalga boylarında NIR cihazı ile MPLS (Değişime uğramış Kısmi En Küçük Kareler) algoritması kullanılarak hem bütün hem de öğütülmüş soya fasülyesi için kalibrasyonlar geliştirmiştir (Myoung ve ark., 2001a; Myoung ve ark. 2001b).Çalışmada Kalibrasyonlar protein ve yağ içerikleri kuru madde bazında, nem kalibrasyonu geliştirmeden sağlanmıştır.Ayrıca daha iyi gıda ve soya fasülyesi kalibrasyonları sağlamak için daha iyi çözünürlük, daha hızlı spektral toplama süresi ve daha geniş dalga boyu aralıklarında (Diem, 1993)işlem yapabilen FT-NIR cihazı kullanılmıştır (Rodriguez-Saona ve ark., 2000).Yenilebilir tohumların ve yiyeceklerin ana bileşenlerinin belirlenmesi için son zamanlarda

birçok FT-NIR kalibrasyonu rapor edilmiştir. FT-NIR-Raman spektroskopisi kullanılarak öğütülmüş pirincin protein ve amiloz içerikleri için bir kalibrasyon yöntemi geliştirilmiştir (Himmelsbach ve ark. 2001). İyot değerinin belirlenmesi ise FT-NIR bazlı global kalibrasyon ile yapılmıştır (Cox ve ark. 2000).

Soya fasülyesi tohumlarının NIR analizi esas olarak protein ve yağ yüzdelerine odaklanır. Soya fasülyesi protein bileşenleri esasen ultrasantrifüjleme yoluyla boyutlarına göre 2S (% 15), 7S (% 34), 11S (% 42) ve 15S (% 4) içeren globülinlerden oluşmaktadır. Ana soya proteinleri temel olarak 7S (konglisinin) ve 11S (glisinin) olarak adlandırılır. Hem 7S hem de 11S globülinler, çok karmaşık bir kuaterner yapıyı temsil eden farklı moleküler yapılara monte edilmiş çoklu alt ünitelerden oluşur (Morr, 1988).

Yengeç etinde yapılan taşıması tahminlemek amacıyla NIR cihazında regresyon analizi olarak PLS ve PCR analizleri yapılmıştır. Tahmin modellerinin doğruluğu, düşük standart kalibrasyon hatası (SEC), düşük standart tahmin hatası (SEP) ve yüksek korelasyon katsayısı (R^2) açısından incelenmiştir. Çalışmada, kalibrasyonun standart hatası: 0.251, R^2 : 0.997, tahminleme standart hatası: 0.252 ve R^2 değeri 0.997 olarak bulunmuştur. Sonuçlar, NIR teknolojisinin, taklit yengeç eti ile hazırlanmış yengeç eti örneklerinde yapılan taşıması tespit etmek için başarıyla kullanılabileceğini göstermektedir (Gayo ve ark. 2006).

Verilen bilgiler ışığında bu çalışma, yumurta tavuğu karma yemlerine protein kaynağı olarak en çok kullanılan hammaddelerden olan soya fasülyesi küspesinin yüzde kaç olarak kullanıldığının belirlenmesine yönelik NIR kalibrasyonu oluşturma amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırmada kullanılan yem hammaddeleri ticari faaliyet gösteren özel bir yem fabrikasından temin edilmiştir. Yem karışımlarında kullanılan hammaddeler ve rasyonformülasyonları Tablo 3.1 ve Tablo 3.2 'de verilmiştir.

Araştırmada, besin madde değerleri aynı olan, izokalorik ve izonitrojenik olacak şekilde toplamı birer (1 kg) kg olan 30 adet ticari yumurtacı tavuk rasyonu hazırlanmıştır. Rasyonların besin madde değerleri NRC (2005) normlarına göre düzenlenmiştir. Hazırlanan 30 adet yem karışımında, bir numaralı rasyonda %1 düzeyinde soya küspesi kullanılırken, sonra sırasıyla her bir rasyon içeriğinde soya küspesi %1 oranında artırılmak suretiyle en son sıradaki rasyonda %30'a kadar artırılmıştır. Yem karışımları oluşturulmadan önce, özel bir yem fabrikasından satın alınan her bir yem hammaddesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Yem Analiz Laboratuvarı'nda ultra santrifüjlü rotorlu öğütücü ile (ZM200, Retsch Ltd.,Düsseldorf, Almanya) öğütülmüştür. Öğütülen numuneler hazırlanan rasyonformülasyonlarına uygun şekilde kullanılmıştır. Rasyonformülasyonlarına olarak hazırlanan 1 kg'lık yem karışımı rasyonlar FT-NIR cihazında okutulana kadar ve okutma işlemlerinin bitiminden sonra da hava almayan naylon poşetlerde tutulmuştur. Yem karışımları hazırlandıktan hemen sonra her bir rasyon karışımının üç farklı noktasından ikişer kez olmak üzere toplam 6'şar adet spektra toplanmıştır. Cam petriye alınan her bir numune, NIR aygıtının (NIRMaster®, BüchiLabortechnik AG, Flawil, İsviçre) otomatik rötör kısmına yerleştirilmiş ve her numuneden 6 kez spektra alınmak suretiyle spektralar toplanmıştır. Toplanan spektralar FT-NIR cihazına entegre edilmiş olan masaüstü bilgisayarda üretici firmanın sağlamış olduğu aynı adlı program ile uygun bir formatta elektronik olarak depolanma işlemi yapılmıştır.

2.1. Kalibrasyonların Oluşturulması, Veri Analizi ve Kemometrik Analizler

Elde edilen spektralar ve yaş kimya verileri üzerinden oluşturulan kalibrasyon ve istatistik değerlendirmeler NIRCAL programı (BüchiLabortechnik AG, Flawil, İsviçre) ile değerlendirilmiştir. Spektraların kendi içerisinde kalibrasyon ve validasyon setleri program yardımı ile ayrılmıştır. Elde edilen spektralar PLS (PartialLeastSquare) yöntemi ile ikinci türev üzerinden (secondderivative) değerlendirilmiştir. Outlier değerleri kalibrasyon setinden çıkarılarak normalleştirilen spektralara lineer regresyon uygulanmış ve kalibrasyon kalite parametreleri ortaya çıkarılmıştır. Bu aşamada R^2 değeri, Validasyon ve Kalibrasyon setinin standart sapmaları hesaplanmıştır. Reflektanslara göre Regresyon Katsayıları ile elde edilen grafiksel çıktılar alınmıştır. Ayrıca validasyon setinin tahminlemerezidüal hatasının kareler toplamı da (V-Set PRESS) ortaya çıkarılmıştır. Outlier değerleri program tarafından belirlenmiş ve kalibrasyon kalitesini düşürmesinden dolayı çalışmaya dahil edilmemiştir.

Tablo .3.1. Rasyonlar (%1-15 Soya Küspesi)

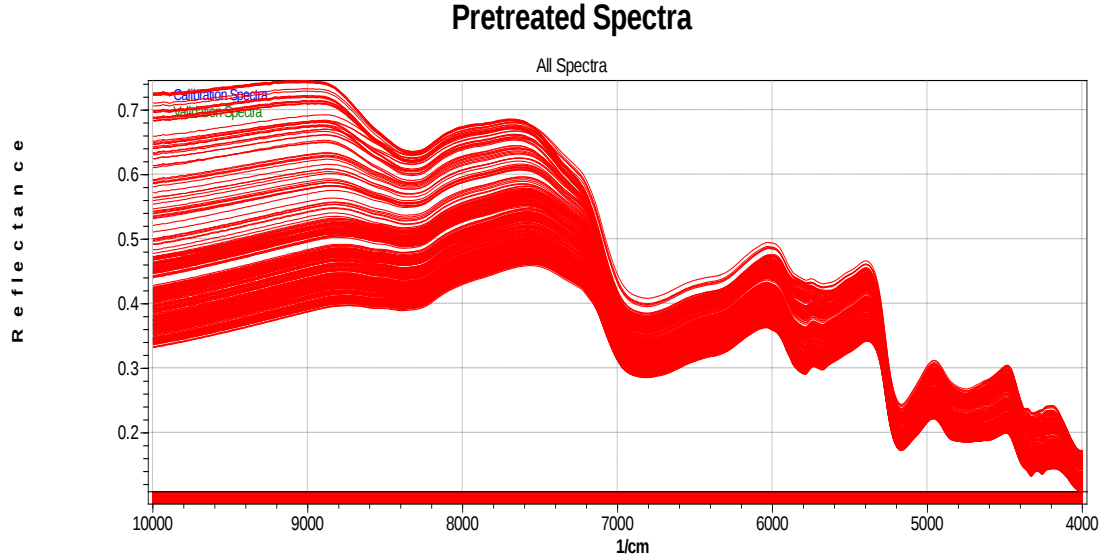
Yemler	%1	%2	%3	%4	%5	%6	%7	%8	%9	%10	%11	%12	%13	%14	%15
Arpa	5,44	5,94	6,03	6,03	6,03	6,03	6,38	6,38	6,48	6,58	6,78	7,13	7,23	7,63	7,63
Bitkisel Yağ	6,00	5,80	5,80	5,80	5,60	5,60	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,30	5,30	5,10	5,10
Buğday	2,00	2,00	2,10	2,30	3,00	3,10	3,60	3,60	3,60	3,70	3,70	3,80	3,80	4,00	4,00
Mısır	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00
AÇK,% 36 HP	24,49	23,39	22,70	21,80	20,50	19,80	18,50	18,00	17,50	16,70	16,00	15,20	14,60	13,60	13,00
AÇK,% 23 HP	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Mısır Gluteni,%43 HP	8,40	8,20	7,70	7,40	7,20	6,80	6,50	6,00	5,40	5,00	4,50	4,00	3,50	3,10	2,70
Soya Küspesi,%44 HP	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00
DCP	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,65	1,65	1,65	1,65
Mermer Tozu	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17
Tuz	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Vitamin-Mineral Mix	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
HP,%	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7
ME,Kcal/kg	2745	2739	2741	2746	2744	2746	2745	2744	2743	2747	2748	2746	2747	2739	2740
Ca,%	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,97	3,97	3,97	3,97
P,%	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,39	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38

Tablo 3.2. Rasyonlar (%16-30 Soya Küspesi)

Yemler	%16	%17	%18	%19	%20	%21	%22	%23	%24	%25	%26	%27	%28	%29	%30
Arpa	7,83	7,93	8,58	8,58	8,68	8,78	9,18	9,73	10,23	10,83	11,23	11,83	13,58	12,58	11,58
Bitkisel Yağ	5,10	5,10	5,00	5,00	5,00	4,80	4,80	4,60	4,40	4,20	4,10	4,00	3,60	3,60	3,60
Buğday	4,00	4,00	4,00	4,20	4,20	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40
Mısır	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00
AÇK,% 36 HP	12,30	11,60	10,60	9,70	9,00	8,40	7,10	5,80	4,50	3,10	1,80	0,30	0,00	0,00	0,00
AÇK,% 23 HP	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00
Mısır Gluteni,%43 HP	2,20	1,80	1,30	1,00	0,60	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Soya Küspesi,%44 HP	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00	25,00	26,00	27,00	28,00	29,00	30,00
DCP	1,65	1,65	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,50	1,50	1,50
Mermer Tozu	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17
Tuz	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Vitamin-Mineral Mix	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
HP,%	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	18,1	18,4
ME,Kcal/kg	2742	2744	2744	2749	2751	2739	2749	2747	2744	2742	2746	2751	2750	2746	2742
Ca,%	3,97	3,98	3,96	3,96	3,97	3,97	3,97	3,95	3,96	3,96	3,96	3,96	3,94	3,94	3,94
P,%	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38

3. BULGULAR

Spektrallara uygulanan ön uygulamalar sonucu reflektans görünümleri (1/log) ve normalleştirilmiş spektralar Grafik 3.1.'de gösterilmiştir.

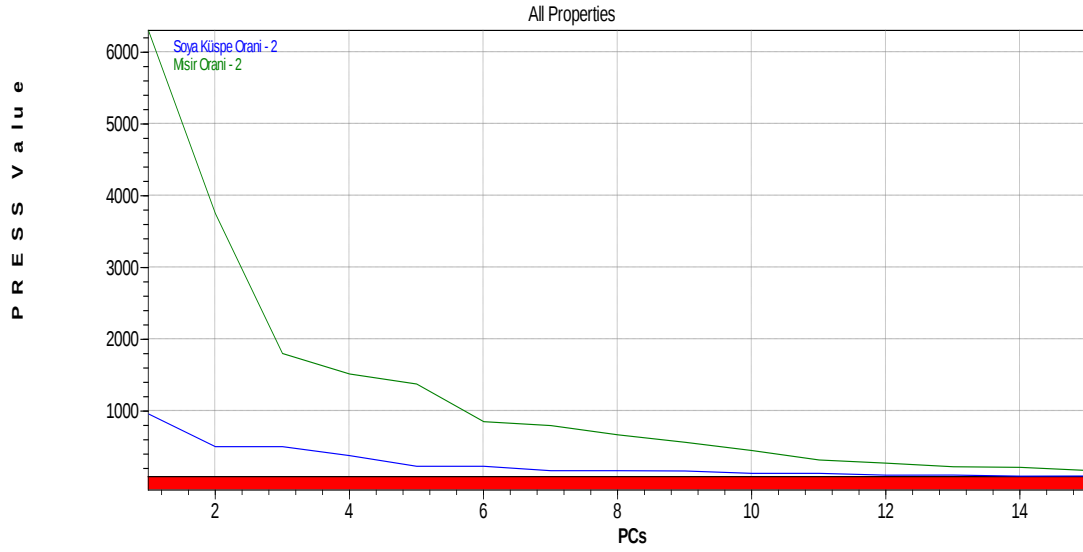


Grafik 3.1. Normalizasyon Uygulanmış Spektra Seti.

Uygulama sonrasında elde edilen fonksiyonel spektraların 10000-4000 nm/cm dalga boylarında elde edildiği görülmüştür.

Elde edilen validasyon setinin tahminlemerezidüal hatasının kareler toplamı grafiği (V-Set PRESS) sayesinde temel bileşen değeri (Principal Components) 14 civarında olmuştur. V-Set PRESS üzerinden temel bileşen değerleri Grafik 3.2.'de gösterilmiştir.

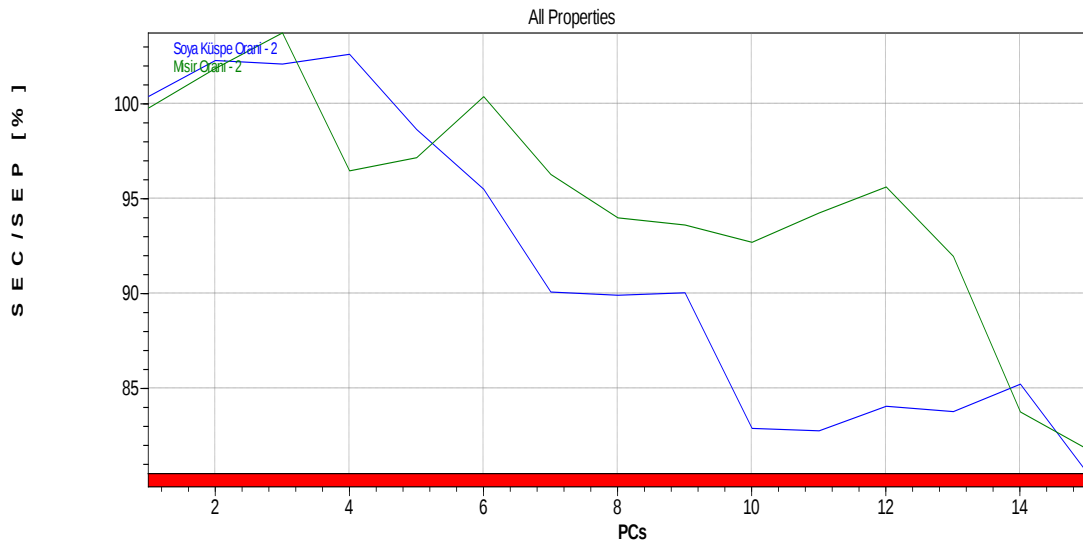
V-Set PRESS



Grafik 3.2. TahminlemeRezidüal Hatasının Kareler Toplamı.

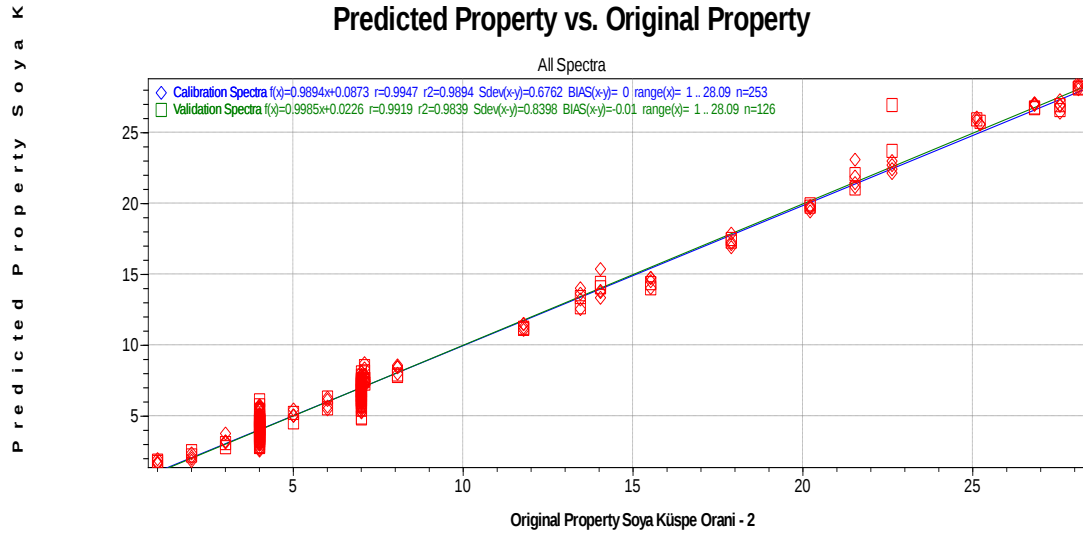
Elde edilen regresyon tutarlılığı kalibrasyonun standart hata değerinin (SEC) tahminleme standart hatasına bölünmesi (SEP) sonucunda elde edilmiştir. Tutarlılık değeri 80 ile 110 arasında belirlenmiştir. Tutarlılık analizi sonuçları Grafik 3.3’de gösterilmiştir.

Consistency



Grafik 3.3. Kalibrasyon Setinin Tutarlılık Analizleri.

Kalibrasyon ve validasyon setlerinden elde edilen doğrusal regresyon değerlerine ait çıktı Grafik 3.4. 'de gösterilmiştir.



Grafik 3.4. Kalibrasyon ve Validasyon Seti Modelleri

Regresyon analizine kalibrasyon setinde 253 adet; validasyon setlerine ise 126 adet ölçüm dahil edilmiştir. Analiz sonucunda Kalibrasyon ve Validasyon setlerine ait model aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:

Kalibrasyon seti

- $f(x) = 0.9894x + 0.0873$
- $r=0.9947$
- $r^2 = 0.9894$
- Standart Sapma = 0.6762
- BIAS = 0

Validasyon seti

- $f(x) = 0.9985x + 0.0226$
- $r=0.9919$
- $r^2 = 0.9839$
- Standart Sapma = 0.8398
- BIAS = 0.01

4.TARTIŞMA

Bu araştırmada, Türkiye’de ticari yumurtacı ve broylerler başta olmak üzere diğer kanatlı hayvanların da rasyonlarına en çok katılan soya fasülyesi küspesi çalışmanın ana unsurunu oluşturmuştur. Bu amaçla ticari yumurtacı tavuklar için NRC’ye göre belirlenen besin maddeleri yoğunluğundan hareketle herbirinde %1 oranında artırılan oranlarda olmak üzere 30 adet farklı diyetle, ticari yumurtacı yem formülasyonlarında (karma yemlerde) soya fasülyesi küspesinin hangi miktarlarda karışıma girdiğini NIR cihazı ile okutmak suretiyle belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu sayede ticari yemlerin küçük bir örneği formüle edilerek laboratuvar ortamında karıştırılarak hazırlanan yumurtacı tavuk yemlerinde soya küspesinin kullanılma oranı yani hangi yüzde ile karışıma dahil edildiği NIR cihazı sayesinde ölçülmeye çalışılmıştır. İlave olarak, bu çalışmada sadece soya fasülyesi küspesi değil karma yem karışımlarına katılan başka yem hammaddelerinin de yem karışımı içindeki miktarlarının tam olarak tespit edilmesinin de bu öncül araştırma ile mümkün olabilirliği dolaylı yoldan ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Yapılan bu araştırmada, FT-NIR cihazında rasyonların temelini oluşturan ve yem karışımlarında kullanılacak olan protein, enerji ve vitamin- mineral karışımlarından zengin tahıl ve küspeler Afyonkarahisar ilinde faaliyet gösteren ticari bir yem fabrikasından satın alınarak temin edilmiş, AKÜ Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları ABD laboratuvarlarında yem maddeleri ayrı ayrı toz haline getirilene kadar öğütülmüş ve her birinde %1 oranında soya küspesinin artırılması ile oluşturulan rasyonformülasyonlarına göre 30 farklı yem karışımı birer kg’lık toplam karışım ağırlıkları olacak şekilde hazırlanmıştır. Oluşturulan birer kg’lık rasyon karışımları soya fasülyesi küspesinin ilk rasyonda %1 oranında kullanılmasıyla başlanmış, daha sonra diğer karışımlarda soya küspesi %1 oranında artırılmış ve %1 - %30 aralığında soya fasülyesi küspesi kullanılmıştır. Ardından oluşturulan 30 ayrı yem rasyon karışımı, spektralarını almak için 3’er kez NIR cihazında okutulması yapılmış ve toplam olarak 180 adet spektra toplanmıştır.

FT-NIR kalibrasyon oluşturma araştırmalarında tahminleme (oranlama) değerinin hesap edilmesinde belirleme katsayı değeri (R^2) değeri kullanılmaktadır. Belirleme katsayı değeri olan R^2 değeri, R değerinin karesi olarak hesaplanmaktadır. Hesaplanan bu değer

değişkenler arasındaki ilişkiyi belirleme katsayısı olan regresyon katsayısı olarak gösterilmektedir (Sohn ve ark.,2006). Belirleme katsayı değeri (R^2) sıfır (0) ve bir (1) sayı değerleri arasında yer almaktadır. R^2 değeri bir tam sayısına yakınlığı ölçüsünde o kadar güçlü bir sonuç olarak kabul edilmektedir. Bu durum başka bir ifadeyle elde edilen kalibrasyonun oldukça güvenilirliğini göstermektedir (Sohn ve ark., 2006). Sunulan çalışmada, elde edilen spektra seti olarak sırasıyla; R değeri, 0.9985, R^2 değeri, 0.9970, standart hata değeri ise, 0.9352 olarak bulunmuştur. Konuyla ilgili olarak daha önce karma yem karışımları içine ilave edilen yem hammaddelerinin tam olarak ayrı ayrı oranını göstermeye çalışan aynı içerikte FT-NIR kalibrasyon araştırmalarına rastlanılamamıştır. Bu durum, yem fabrikalarında rasyonların hazırlanmasından itibaren üretimin son aşamasına kadar üretilen karma yemlere bunu hazırlayan üreticilerin güvenin olması için yapılan karışım testleriyle de, bu durum ortaya konulabilir. Ayrıca yem teknolojisinde geline noktanın son derece üst düzeyde olması başka bir ifadeyle mamül yem üreten fabrikaların hazırladıkları yem formülasyonlarına ve yüksek düzeydeki karışım oranlarıyla, teknolojik donanımlarına güvenmelerinden ileri gelmiş olabilir. Buradaki sorun, ülkelerin gelişmişlik düzeyinden daha ziyade yem üreticilerinin yasal açık ve boşluklardan yararlanarak üretmiş oldukları ve akabinde satışa sundukları yemlerin içine dahil ettikleri yem hammaddelerini gerçeğe aykırı olarak beyan etmeleri ve bu durumun resmi makamlarca tespit edilememesidir. Aynı kapsamda olmasa da, mamül yem maddeleri veya insan tüketimi için üretilen gıda maddelerinde tüketiciyi aldatmaya yani tağşişe yönelik olarak yapılan yem ya da gıda hilelerinin belirlenmesinde aynı mantıkla benzer nitelikte kurgusu yapılmış miktar (kantitatif) çalışmaları fazla sayıda bulunmaktadır. İşlenmiş et ürünlerinde yapılan kantitatif olarak soya ununu tespit etmeye yönelik olarak yapılan bir tağşiş çalışmasında R_{cv}^2 değeri 0.99-0.98 aralığında bulunmuştur. Bu çalışma ile işlenmiş et ürünleri olan sosis, salam ve sucuklarda edilebileceği gösterilmiştir. Konuyla ilgili olarak yapılan başka bir kantitatif çalışmada, susam yağı içine tağşiş amaçlı olarak ilave edilen ayçiçeği, kanola ve fındık yağlarının farklı oranlardaki karışımları FT-NIR cihazı ile kantitatif olarak tespit edilebilmiştir. Çalışmada R^2 değeri olarak kanola yağının; ayçiçeği yağının;0.9618 0.9344 ve fındık yağının;0.9633, olarak tespit bulunduğu rapor edilmiştir. Örnekleri verilen et ürünleri ve susam yağındaki kantitatif çalışmalarda uygulanan metotların çalışmamızdaki metotlarla uyum içinde olduğu, yapılan kurgulamanın doğru olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde bal üzerinde yapılan bir başka kantitatif çalışmada, bal içine farklı oranlarda karıştırılan şekerin miktarı kantitatif olarak FT-NIR yöntemiyle tespit edilebileceği rapor edilmiştir. Aynı araştırmada, fonksiyonel

spektraların 8000-4000 4/cm dalga boylarında bulunduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu bu sonuç, araştırmamızda, bulunan 10000-4000 mm/cm dalga boylarındaki fonksiyonel spektrallara benzerlik göstermektedir.

Sunulan çalışmada bulunan regresyon tutarlılığı değeri kalibrasyonun standart eror değerinin (SEC) tahminleme standart eror değerine bölünmesi (SEP) ile elde edilmiştir. Çalışmada bulunan tutarlılık değeri 80-110 rakam değerleri arasında tespit edilmiştir. Konuyla ilgili olarak bal numunesinde PLS metodu kullanılarak yapılan bir kantitatif miktar belirleme araştırmasında (Gonzalez ve ark.2018), sadece baldan oluşan saf bir ürünün yanı sıra, bal numunesi içine ilave edilen başka bir ürünü de içeren tahminleme yani dış doğrulama yapılmıştır. Çalışmada kullanılan örnek set için elde edilen tahmin değerleri sırasıyla; % 0 için %0.69, %5 için %5.27, %15 için %14.85, %25 için %24.31 ve %45 için %42.63 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu sonuç, bal örneği için yapılan kantitatif tanımlama modelinin çalıştığını ispatlamıştır.

FT-NIR ile PLS yöntemi kullanılarak yapılan başka bir araştırmada ise (Cuibus ve ark.,2014) peynire tağşış amacıyla katı özellikteki palm yağı farklı miktarlarda ilave edilmiş ve tutarlılık değeri (meanrecovery rate) 108 olarak tesbit edilirken, R^2 değeri ise 0.9695 bulunmuştur. Bu çalışmada peynir içine farklı oranlarda katılan palm yağına ait gerçek ve tahmin değerleri sırasıyla; %5 için %4, %10 için %10.1, %15 için %20.2, %20 için %24.2 ve %40 için %41.6 değerleri bulunmuştur.

Ayrıca regresyon tutarlılık değeri 80-110 rakamları arasında tespit edilen bu çalışmada elde edilen değerin soya fasülyesinin küspesinin, yumurta tavuk yeminde kantitatif olarak miktarını bulmada kullanılan metodun büyük ölçüde doğru olduğunu göstermektedir.

5.SONUÇ

Bu araştırma, yumurta tavuğu karma yemlerine %1'den %30'a kadar farklı düzeylerde katılan soya fasülyesi küspesinin karışım yem içerisindeki miktarını tahminlemeye yönelik olarak FT-NIR yönteminin kullanılmasının ön çalışmasıdır. Araştırmada elde edilen yüksek düzeydeki validasyon R^2 : 0.9839 değeri FT-NIR spektroskopi metodunun, yumurta tavuğu ticari karma yemleri içerisindeki soya fasülyesi küspesini kantitatif olarak bulunabileceğini teyit etmektedir. Soya fasülyesi küspesinin yumurtacı tavuk karma yemleri içerisinde kantitatif olarak bulunma miktarı FT-NIR cihazı metoduyla % 99 oranında doğru olarak tespit edilebilmiştir. İlave olarak çalışmada, PLS metodu kullanılarak yapılan regresyon analizinde yüksek düzeyde bir korelasyon katsayısı tespit edilmiştir. Bununla beraber, yumurta tavuğu karma yemleri içine %1 ile %30 aralığında ilave edilen %44 ham proteinli soya fasülyesi küspesi FT-NIR spektroskopi yöntemiyle büyük oranda doğru olarak tespit edilebilmiştir. Bu durum, yumurta tavuğu karma yemlerinde soya küspesi miktarını tahminleme için FT-NIR cihazında kalibrasyon yapılabileceğinin mümkün olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, bu araştırmada, soya fasülyesi küspesinin kantitatif olarak rasyondaki düzeyinin kesin olarak belirlenebilmesi için yem karışımlarına ilave edilen soya fasülyesi küspesinin her bir konsantrasyonun %1 düzeyi yerine % 0.5 veya daha düşük aralıklarda artırılarak ilave edilmesi ile tahmin düzeyinin daha yüksek olabileceği sonucuna varılmıştır.

6.ÖZET

Soya Küspesinin Konsantre Yemlerde Miktarının Tespitine Yönelik NIR Kalibrasyonu Oluşturulması

Bu araştırma %44 düzeyinde ham protein içeren soya küspesinin yumurtacı tavuk karma yemlerinde kantitatif olarak miktarını yakın kızılötesi (FT-NIR) yöntemiyle belirlemek maksadıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla %44 ham proteinli soya küspesi yumurta tavuğu karma yemlerine %1 düzeyinden başlayarak % 30 düzeyine kadar ve her bir konsantrasyonda %1 artırılarak toplamı birer(1) kg karışımlardan oluşan 30 farklı karma yem karışımı oluşturulmuştur. Oluşturulan karma yem karışımlarının fonksiyonel NIR spektrumları, 10000-4000 nm/cm dalga boylarında bulunmuştur. Spektraların kendi içerisinde kalibrasyon ve validasyon setleri program yardımı ile ayrılmıştır. Elde edilen spektralar PLS (PartialLeastSquare) yöntemi ile ikincil türev üzerinden (Second derivative) değerlendirilmiştir. Normalizasyon çalışması yapılan veriler üzerinde SNV (Standard Normal Variate) yöntemi uygulanmıştır. Ayrıca birinci dereceden türev alınarak (1st Derivation B Cap 5 PointsGap 2) veriler regresyona hazır hale getirilmiştir. Outlier değerleri kalibrasyon setinden çıkarılarak normalleştirilen spektralara lineer regresyon uygulanmış ve kalibrasyon kalite parametreleri oluşturulmuştur. Bu aşamada R^2 değeri, validasyon ve kalibrasyon setinin standart sapmaları hesaplanmıştır. Reflektanslara göre Regresyon Katsayıları ile elde edilen grafiksel çıktılar alınmıştır. Ayrıca validasyon setinin tahminlemerezidüal hatasının kareler toplamı da (V-Set PRESS) ortaya çıkarılmıştır. Outlier değerleri program tarafından belirlenmiş ve kalibrasyon kalitesini düşürmesinden dolayı çalışmaya dahil edilmemiştir.Çalışmada, kalibrasyon setinin spektra değeri olarak R değeri, 0.9947, R^2 değeri, 0.9894, standart hata değeri ise, 0.6762 olarak bulunmuştur. Validasyon setinin spektra değeri olarakR değeri, 0.9919, R^2 değeri, 0.9839, standart hata değeri ise, 0.8398 olarak bulunmuştur. Elde edilen validasyon setinin tahminlemerezidüal hatasının kareler toplamı grafiği (V-Set PRESS) sayesinde temel bileşen değeri (Principal Components) 14 civarında olmuştur. Elde edilen regresyon tutarlılığı kalibrasyonun standart hata değerinin (SEC) tahminleme standart hatasına bölünmesi (SEP) sonucunda elde edilmiştir. Tutarlılık değeri 80

ile 110 arasında belirlenmiştir. Bu sonuçlar, soya küspesinin yumurta tavuğu karma yemlerinde kantitatif olarak miktarını tespit etmede FT-NIR veya NIR spektroskopi yönteminin, kullanılabileceğini göstermektedir. Bu nedenlerden dolayı sonuç olarak, yumurta tavuğu karma yem karmalarına ilave edilen her bir yem hammaddesinin miktarını kantitatif olarak hızlı ve pratik bir şekilde, FT-NIR spektroskopi metoduyla yüksek bir yüzde ile tespit edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Soya fasülyesi küspesi, FT-NIR, Kantitatif miktar, Kalibrasyon



7.SUMMARY

Finding Out The FT-NIR Calibration to Determine Soybean Meal Amount in Concentrated Feed Ration Mixtures

This study trial was conducted to quantitatively find out the amount of soybean meal used in the concentrate feeds of laying hen by using near infrared spectroscopy (NIR) device. For this purpose, 30 different concentrate feed ration mixtures of 1 kg each are prepared for laying hens by increasing the concentration upto 30 %. The functional NIR spectra of feed mixtures were obtained at wavelengths of 10000-4000 nm / cm which were evaluated by applying PLS (Partial Least Square) method on the second derivative. In the normalization study, SNV (Standard Normal Variate) method was applied. In addition, data obtained from first order (1st Derivation B Cap 5 Points Gap 2) were prepared for regression. The linear regression method was applied to the normalized spectra by subtracting the Outlier values from the calibration set and in this way the calibration quality parameters were revealed. At this stage, the standard deviations of the R^2 value, validation and calibration set were calculated. According to the reflections, the graphs obtained with Regression Coefficients were taken. In addition, sum of the squares for estimating residual error (V-Set PRESS) of the validation set was also revealed. Outlier values were not part of study because of low calibration quality. In the research, R value was determined as 0.9947, R^2 value, 0.9894 and standard error value as 0.6762 of Calibration set. Moreover, R value was determined as 0.9919, R^2 value, 0.9839 and standard error value as 0.8398 of validation set and the principal component value (Principal Components) was found to be around 14 The regression consistency was between 80-110 and it was obtained by dividing standard error value (SEC) of calibration to standard error of estimation (SEP). In conclusion it is evident from the results that method of NIR or FT-NIR spectroscopy is a reliable way to determine the extent at which the soybean meal is quantitatively used in laying hen feed mixtures.

Key Words: Soybean meal, FT-NIR, Quantitative amounts, Calibration

8.KAYNAKLAR

- AGELET, L. E., HURBURGH, C. R. (2010). A tutorial on near infrared spectroscopy and its calibration. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 40(4), 246–260.
- ALTINOK, S., H. SAMPSON, R.C. MARTIN AND Y.A. PAPADOPOULOS. (1997). Themorphology and yield of barley (*Hordeumvulgare*L.) and forage legumes inintercrops. *Tr. J. Agric. For.* 21:605-613.
- ANONIM (2019a) Erişim: <https://en.wikipedia.org/wiki/Soybean>. Erişim Tarihi:2019
- ANONIM (2019b) Erişim: (<https://www.healthline.com/nutrition/foods/soybeans#nutrition>). Erişim Tarihi:2019.
- ANONİM (2019c) Erişim: ([https : // www .indiaagronet. Com / indiaagronet / Crop_Husbandry / contents / soybean.htm](https://www.indiaagronet.com/indiaagronet/Crop_Husbandry/contents/soybean.htm)). Erişim Tarihi:2019
- BAIANU, I. C., YOU, T., COSTESCU, D. M., LOZANO, P. R., PRISECARU, V. I., NELSON, R. L. (2012). Determination of soybean oil, protein and amino acid residues in soybean seeds by high resolution nuclear magnetic resonance (NMRS) and near infrared (NIRS). *Nature Precedings*. <http://dx.doi.org/10.1038/npre.2012.7053.1>. Date of access:2019.
- BARNES, K.C. (2006) Feeding soybean hay.. OSU Area Extension Livestock. Specialist / Crop Production. NDSU Extension Service. (Available: <http://www.ansi.okstate.edu/exten/cc-corner/archsoybeanhay.html>). Date of access:2019.
- BLOUNT, A.R.S, D.L. WRIGHT, R.K. SPRENKEL, T.D. Hewitt, Myer,R.O Forage soybean for grazing, hay and silage.(2006). SS-AGR-180. Agronomy.
- BUREAU,S., RUIZ,D., REICH,M., GOUBLE,B., BERTRAND,D., AUDERGON,J.M., CATHERINE M.G.C. (2009). RenardRapidandnon-destructiveanalysis of apricotfruitqualityusing FT-near-infraredspectroscopyFoodChemistry 113, 1323–1328
- CHO, R.K., IWAMOTO, M., SAIO, K. (1987). Determination of 7S and 11S Globulins in GroundWhole Soybeans by Near Infrared Reflectance Spectroscopy Analysis. *Nippon Shokuhin KogyoGakkaishi*. 34(10), 666-672.
- CHOCT, M., Y. DERSJANT-LI, J. MCLEISH, PEISKER,M. (2010). Soy oligosaccharides and soluble non-starch polysaccharides: A review of digestion, nutritive and anti-nutritive effects in pigs and poultry. *Asian Australas J. Anim. Sci.* 23:1386-1398

- COX, R.J., LEBRASSEUR, E., MICHIELS, H. B., LI, H., VOORT VAN-DE, F.R., ISMAIL, A., SEDMAN, J., LI, H. (2000). Determination of iodine value with a Fourier transform-near infrared based global calibration using disposable vials: an international collaborative study. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 77(12), 1229-1234.
- CUIBUS, L., MAGGIO, R., MUREȘAN, V., DIACONEASA, Z., FETEA, F., SOCACIU, C. (2014) Preliminary Discrimination of Cheese Adulteration by FT-IR Spectroscopy *Bulletin UASVM Food Science and Technology* 71(2).
- DARMOSARKORO, W., M.M. HARBUR, D.R. BUXTON, K.J. MOORE, T.E. DEVINE, ANDERSON, I.C. (2001). Growth, development, and yield of soybean lines developed for forage. *Agron. J.* 93:1028-1034.
- DE BOEVER, J.L., COTTYN, B.G., VANACKER, J.M., BOUCQUÉ, CH.V., (1995). The use of NIRS to predict the chemical composition and the energy value of compound feeds for cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 51, 243-253.
- DEVINE, T.E., R.F. LUCEY, E.O. HATLEY, D.E. STARNER, CHERNEY, J.H. (1999). Performance of soybean in mid and northern Atlantic states. p. 681-682. In H.E. Kauffman (ed.) *Proc. World Soybean Res. Conf., VI., Chicago, Il.* 4-7 Aug. Superior Printing, Champaign, Il.
- DIEM, M. (1993). *Introduction to Modern Vibrational Spectroscopy*, Chapter 6, John Wiley & Sons, Inc.
- ENSMINGER, M.E., OLDFIELD, J.E., HEINEMANN, W.W. (1990). *Feeds and Nutrition*. The Ensminger Publishing Company, ISBN 0941 21 80 82, Clovis, California.
- FENG, J., X. LIU, Z. R. XU, Y. Z. WANG, LIU, J. X. (2007). Effects of fermented soybean meal on digestive enzyme activities and intestinal morphology in broilers. *Poult. Sci.* 86:1149-1154.
- FERREIRA, D.S., PALLONE, J.A.L., POPPI, R.J. (2013). Fourier transform near-infrared spectroscopy (FT-NIRS) application to estimate Brazilian soybean [Glycine max (L.) Merrill] composition *Food Research International* 51, 53–58.
- FRAME, J., J.F.L. CHARLTON, LAIDLAW, A.S. (1998). Temperate forage legumes. CAB Int., New York.
- GAYO, J., HALE, S.A., BLANCHARD, S.M. (2006). Quantitative Analysis and Detection of Adulteration in Crab Meat Using Visible and Near-Infrared Spectroscopy *J. Agric. Food Chem.* 54, 1130–1136.
- HANWAY, J.J., WEBER, C.R. (1971). N, P, and K percentages in soybean (Glycine max (L.) Merrill) plants parts. *Agron. J.* 63:286-290.

- HIMMELSBACH, D. S., BARTON II, F.E., MCCLUNG, A.M.
CHAMPAGNE, E.T. (2001). Protein and apparent amylose contents of milled rice by NIR-FT/Raman spectroscopy. *Cereal Chem.* 78(4),488-492.
- HINTZ, R.W., K.A. ALBRECHT, OPLINGER, E.S. (1992). Yield and chemical composition of soybean forage as affected by cultivar and management practices. *Agron. J.* 84:795-798.
- HONG, K. J., C. H., LEE, KIM, S. W. (2004). *Aspergillus oryzae* GB-107 fermentation improves nutritional quality of food soybeans and feed soybean meals. *J. Med. Food* 7:430-435.
- KALLENBACH, R., ROBERTS, C., WIEBOLD, B. (2003). Integrated Pest Crop Management Newsletter University of Missouri-Columbia Vol. 13, No. 20. 7 of 14 (Available at <http://ipm.missouri.edu/ipcm/archives/v13n20/ipmltr7.htm>). Date of access: 2019.
- KANDALA, C. V., SUNDARAM, J., PUPPALA, N. (2012). Analysis of moisture content, total oil and fatty acid composition by NIR reflectance spectroscopy: A review. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 146, 59–80.
- KOIVISTO, J.M., T.E. DEVINE, C.S. SAWYER, LANE, G.P.F. (2002). Evaluation of forage soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.) in the United Kingdom. *In Proc. Eur. Grassl. Federation*, La Rochelle, France. 27-30 May.
- LAM, H., XU, X., LIU, X., CHEN, W., YANG, G., WONG, F., WANG, B. (2010). Resequencing of 31 wild and cultivated soybean genomes identifies patterns of genetic diversity and selection. *Nature Genetics*, 42, 1053–1059. <https://doi.org/10.1038/ng.715>. Date of access: 2019.
- LEE, B. K., J. Y. KIM, J. S. KIM, S. J. YOU, B. K. AN, E. J. KIM, KANG, C. W. (2009). Nutritional value of soybean meal from various geographic origin and effect of their dietary supplementation on performance of broilers. *J. Anim. Sci. Technol.* 51:217-224.
- LIENER, I.E. (1994). Implications of Antinutritional Components in Soybean Foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 34, 31-67.
- LIU, K. (1997). Chemistry and nutritional value of soybean components. In K. Liu (Ed.), *Soybeans: Chemistry, technology, and utilization* (pp. 25–113). Boston, MA: Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1763-4>. Date of access: 2019.
- LOUW, E. D., Theron, K. I. (2010). Robust prediction models for quality parameters in Japanese plums (*Prunus salicina* L.) using NIR spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology*, 58, 176–184. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.07.001>.
- MARTELOVIDAL, M. J., VAZQUEZ, M. (2014). Evaluation of ultraviolet, visible,

- and near infrared spectroscopy for the analysis of wine compounds. *Czech Journal of Food Sciences*, 32, 37–47.
- MARTIN, K. (1992). Recent advances in near-infrared reflectance spectroscopy. *Applied Spectroscopy Reviews.*, 27, 325–383.
<https://doi.org/10.1080/05704929208018109> . Date of access:2019.
- MARTIN, R.C., H.D. VOLDENG, SMITH, D.L.(1990). Intercropping corn and soybean for silage in a cool-temperature region: yield, protein and economic effects. *Field Crops Research* 23:295-310.
- MILLER, M.D., R.T. EDWARDS, WILLIAMS, W.A. (1973). Soybean for forage and green manure. p. 60-63. In B.H. Beard and P.F. Knowels (ed.) *Soybean research in California*. California Agric. Exp. Stn Bull. 862.
- MISLEVY, P., A.R. BLOUNT, F.G. MARTIN, SCULLY, B.T. (2005). Soybean and clay cowpea grown for forage production in the subtropics. Online. *Crop Management* doi:10.1094/CM-2005-0926-01-RS.
- MORR, C.V. (1988). Soybean utilization alternatives: a symposium sponsored by the Center for Alternative Crops and Products. pp 107-115.
- MUCK, R.E., MERTENS, D.R., WALGENBACH, R.P. (1996). Proteolysis of different forage silages. ASAE Paper No. 961031, American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI.
- MYOUNG, G.C., IN, Y.B., SUNG, T.K., WON, Y.H., DOO, C.S., HUHN, P.M., KWANG, H.K.(2001a). Determination of protein and oil contents in soybean seed by near infrared reflectance spectroscopy. *Korean J Crop Sci* 46(2), 106-111.
- MYOUNG, G.C., IN, Y.B., SUNG, T.K., WON, Y.H., DOO, C.S., HUHN, P.M., KWANG, H.K. (2001b). Non-destructive method for selection of soybean lines contained high protein and oil by near infrared reflectance spectroscopy. *Korean J Crop Sci* 46(5), 401-406.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC).(1998). Nutrient Requirements of Swine (Tenth revised Ed). *National Academy Press*, ISBN 0-309-05993-3, Washington DC. USA.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (2001). Nutrient Requirements for Dairy Cattle. Seventh Revised Edition. National Academy of Science, Washington, D.C.
- NAYIGIHUGU, V., W. KELLOGG, D. LONGER, Z. JONHSON, ANSCHUTZ, K. (2000). Performance and ensiling characteristics of tall growing soybean lines used for forage. p. 142-147. Anim. Sci. Dep. Rep. 470. Arkansas Agric. Exp. Stn., University of Arkansas, Fayetteville.
- NORRIS, K.H., BARNES, R.F., MOORE, J.E., SHENK, J.S. (1976).

- Predicting forage quality by infrared reflectance spectroscopy. *Journal of Animal Science*, 43(4): 889-897.
- NZAI, J. M., PROCTOR, A. (1998). Determination of phospholipids in vegetable oil by Fourier transform infrared spectroscopy. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 75(10), 1281-1289.
- PARREIRA, T.F., FERREIRA, M.C., SALES, H.J., DEALMEIDA, W.B. (2002). Quantitative determination of epoxidized soybean oil using near-infrared spectroscopy and multivariate calibration. *Appl. Spectrosc.* 56(12), 1607-1614.
- PAZDERNIK, D.L., PLEHN, S.J., HALGERSON, J.L., ORF, J.H. (1996). Effect of Temperature and Genotype on the Crude Glycinin Fraction (11S) of Soybean and Its Analysis by Near-Infrared Reflectance Spectroscopy (Near-IRS). *J. Agric. Food Chem.* 44 (8), 2278-2281.
- PITT, R.E. (1990). Silage and hay preservation. NRAES-5. Northeast Reg. Agric. Eng. Service, Ithaca, NY.
- POULTRY FEEDING STANDARDS. (2005). Ed. The Kielanowski Institute of Animal Physiology and Nutrition, Polish Academy of Sciences, ISBN 83-917097-7-9, Jabłonna /Warszawa, Poland.
- RAO, S.C., H.S. MAYEUX, NORTHUP, B.K. (2005). Performance of forage soybean in the southern great plains. *Crop Sci.* 45:1973-1977.
- REDFEARN, D.D., D.R. BUXTON, DEVINE, T.E. (1999). Sorghum intercropping effects on yield, morphology, and quality of forage soybean. *Crop Sci.* 39:1380-1384.
- SALGÓ, A., GERGELY, S. (2012). Analysis of wheat grain development using NIR spectroscopy. *Journal of Cereal Science*, 56(1), 31-38.
- SATO, T, ABE, H., KAWANO, A., UENO, G., SUZUKI, K. IWAMOTO, M. (1994). Near-Infrared Spectroscopic Analysis of Deterioration Indices of Soybeans for Process Control in Oil Milling Plant. *J. Am. Oil Chem Soc.* 71(10), 1049-1055.
- SEITER, C.C., ORF, J.H., DEVINE, T.E., JEWETT, G.J. (2004). Yield and quality of forage soybean. *Agron. J.* 96:966-970.
- SHEAFFER, C.C., ORF, J.H., DEVINE, T.E., JEWETT, G.J. (2001). Yield and quality of forage soybean. *Agron. J.* 93:99-106.
- SIKORSKI, Z.E. (2007). *Chemia żywności*. Praca zbiorowa, t.1, WNT, ISBN 978-83-204-3273-2, Warszawa.
- SMITH, KJ., HUYSER W. (1987). World distribution and significance of soybean.

- In: *Soybeans: Improvement, Production, and Uses*. Wilcox J.R.(ed), Second edition. Agronomy Monographs No16: American Society of Agronomy, pp.1-22, ISBN 0-89118-090-7, Madison, WI
- SOHN M, HIMMELSBACH DS, MORRISON WH, AKIN DE, BARTON FE. (2006). Partial Least Squares Regression Calibration for Determining Wax Content in Processed Flax Fiber by Near-Infrared Spectroscopy. *Society for Applied Spectroscopy*. 60: 437-440.
- SOLLENBERGER, L.E., COLLINS, M. (2003). Legumes for southern areas. Pages 191-213 in: *Forages: An introduction to grassland agriculture*. 6th ed. R.F.
- UNDERSANDER, D. (2001). Soybean for hay or silage. University of Wisconsin-Extension Cooperative Extension. (Available at <http://www.uwex.edu/ces/forage/pubs/SOYBNFOR.html>). Date of access: 2019.
- USDA-FAS (United States Department of Agriculture-Foreign Agriculture Service) (2019). Erişim: <https://gain.fas.usda.gov/Pages/Default.aspx> Date of access: 2019.
- VAGTS, T. (2005). Iowa State University Extension. Field Crops Specialist (available at http://www.extension.iastate.edu/nwcrops/soybean_hay.htm). Date of access: 2019.
- WILLIAMS, P. (2001). Near-infrared technology: In the agricultural and food industries. In P. Williams, & K. Norris (Eds.), (2nd ed.). *American Association of Cereal Chemists*. (pp. 296) St. Paul, Minn., USA: American Association of Cereal Chemists.
- WILLIAMS, P.C. SOBERING, D.C. (1993). Comparison of commercial near infrared transmittance and reflectance instruments for analysis of whole grains and seeds. *J. Near Infrared Spectrosc.* 1, 25-32.
- WOLFE, T.K., KIPPS, M.S. (1959). *Production of field crops: A textbook of agronomy*. 5th ed. McGraw Hill Book. Co., New York.
- ZHOU, X., YANG, Z., HUANG, G., HAN, L. (2012). Non-invasive detection of protein content in corn distillers dried grains with solubles: Method for selecting spectral variables to construct high-performance calibration model using near infrared reflectance spectroscopy. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 20(3), 407.
- ZHU, D., WANG, K., ZHANG, D., HUANG, W., YANG, G., MA, Z., WANG, C. (2011). Quality assessment of crop seeds by near-infrared hyperspectral imaging. *Sensor Letters*, 9, 1144–1150. <https://doi.org/10.1166/sl.2011.1377>
- ZHU, D., WANG, K., ZHANG, D., HUANG, W., YANG, G., MA, Z. (2011). Quality assessment of crop seeds by near-infrared hyperspectral imaging. *Sensor Letters*, 9(3), 1144–1150.