



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TAM YAĞLI SOYA, SOYA KÜSPESİ VE EKSTRUDE SOYANIN *IN SITU* VE *IN VITRO* RUMEN PROTEİN PARÇALANABİLİRLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Arzu EROL TUNÇ

DOKTORA TEZİ

Zootekni Anabilim Dalı

Kasım-2017
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

DOKTORA TEZİ

TAM YAĞLI SOYA, SOYA KÜSPESİ VE EKSTRUDE SOYANIN *IN SITU* VE *IN VITRO* RUMEN PROTEİN PARÇALANABİLİRLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Arzu EROL TUNÇ

Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yusuf CUFADAR

2017, 87 Sayfa
Jüri
Danışman: Prof. Dr. Yusuf CUFADAR
Prof. Dr. Yılmaz BAHTİYARCA
Prof. Dr. Nurettin GÜLŞEN
Doç. Dr. Ünal KILIÇ
Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÜNVER

Bu araştırma; Türkiye'de çeşitli yem fabrikaları ile yem tedarikçilerinden temin edilen tam yağlı soya (TYS), soya fasulyesi küspesi (SFK) ve ekstrude soya (ES)'nın *in situ* (naylon torba) ve *in vitro* (enzimatik) metotları kullanarak rumende protein parçalanabilirliklerini belirlemek ve bu yöntemler arasındaki ilişkiden yararlanarak *in vitro* protein parçalanabilirliğinden *in situ* protein parçalanablirliğini tahmin eden regresyon denklemleri geliştirmek amacıyla düzenlenmiştir. Çalışmada, TYS, SFK ve ES'nin *in situ* yöntem ile *in situ* etkin protein parçalanabilirliği (INS_E) değerleri belirlendikten sonra *in vitro* yöntem ile 1. ve 24. saatlik inkübasyonlardan sonra elde edilen parçalanabilirlik değerleri ile (INV_1 ve INV_{24}) arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. *In vitro* yöntemde TYS, SFK ve ES'nin protein parçalanabilirliklerinin belirlenmesinde *Streptomyces griseus*' tan saflaştırılmış (Sigma Type XIV) bakteriyel proteaz enzimi kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; *in situ* ve *in vitro* yöntemler ile elde edilen protein parçalanabilirlik değerleri arasında TYS için, INS_E ile INV_1 arasındaki ilişki önemli bulunmazken ($P>0.05$), INV_{24} ile arasındaki ilişkiler önemli olmuştur ($P<0.05$). SFK ve ES için *in situ* ve *in vitro* değerler arasındaki ilişkiler önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Araştırmada kullanılan yem hammaddeleri gruplandırılarak değerlendirildiklerinde ise (TYS-SFK; TYS-ES; TYS-SFK-ES) korelasyonların daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak; TYS, SFK ve ES'nin *in situ* ile *in vitro* protein parçalanabilirlik değerleri birbirinden farklı olmasına rağmen *in vitro* metot ile elde edilen değerlerden *in situ* metot sonuçlarının tahminine olanak sağlayan regresyon denklemlerinin önemli olduğu ve *in situ* ile *in vitro* protein parçalanabilirlik değerleri arasındaki korelasyonların yüksek olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enzimatik metot, *in situ*, *in vitro*, protein parçalanabilirliği, *Streptomyces griseus*

ABSTRACT

Ph.D THESIS

RELATIONSHIP BETWEEN *IN SITU* AND *IN VITRO* RUMEN PROTEIN DEGRADABILITY OF FULL FAT SOYBEAN, SOYBEAN MEAL AND EXTRUDED SOYBEAN

Arzu EROL TUNÇ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN ANIMAL SCIENCE

Advisor: Prof. Dr. Yusuf CUFADAR

2017, 87 Pages

Jury
Advisor: Prof. Dr. Yusuf CUFADAR
Prof. Dr. Yılmaz BAHTİYARCA
Prof. Dr. Nurettin GÜLŞEN
Assoc. Prof. Dr. Ünal KILIÇ
Assist. Prof. Dr. Ahmet ÜNVER

This research was conducted to determine protein degradability in rumen with using *in situ* and *in vitro* methods of full fat soybean (TYS), soybean meal (SFK) and extruded soybean (ES) which were obtained from feed factory and feed supplier and taking advance of the relationship between these methods to develop regression equations which were estimaded from *in vitro* protein degradability to *in situ* protein degradability. *In situ* protein degradability (INS_E) of TYS, SFK and ES was determined by *in situ* method. Relarions between INS_E and values obtained after 1 and 24 hours incubations (INV_1 and INV_{24}) were determined. Determination of *in vitro* protein degradability of TYS, SFK and ES was used bacterial protease which was prufied from *Streptomyces griseus*. The results of the study that the correlations of protein degradability values obtained by *in situ* and *in vitro* methods for TYS, there was no correlations between INS_E and INV_1 ($P>0.05$) but the correlations between INS_E and INV_{24} values were significant ($P<0.05$). Correlations between *in situ* and *in vitro* methods were found significant for SFK and ES ($P<0.05$).When feeds which used in this research were grouped and evaluated (TYS-SFK; TYS-ES; TYS-SFK-ES), correlations had higher values. As a conclusion; despite there were differences between *in situ* and *in vitro* protein degradability values, regression equations for estimation of *in situ* from *in vitro* were significant and between *in situ* and *in vitro* protein degradability values were high.

Keywords: Enzimatic method, *in situ*, *in vitro*, protein degradability, *Streptomyces griseus*

ÖNSÖZ

Öncelikle doktora eğitimim boyunca bilgi, tecrübe ve değerli zamanını esirgemeyerek bana yardımcı olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Yusuf CUFADAR'a teşekkürlerimi sunarım. Çalışma konusunun belirlenmesinde ve çalışma sürecinin her aşamasında yol gösteren Yrd. Doç. Dr. Sema YAMAN'a teşekkürü borç bilirim.

Sağlamış olduğu maddi destek ile çalışmanın gerçekleşmesini sağlayan Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne, desteklerinden dolayı Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve Eğitim Merkezi'nin yöneticilerine, Yemler ve Hayvan Besleme Bölümü çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli eşim Ahmet TUNÇ'a, annem Gülbeyde EROL'a ve abim Kansu EROL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Arzu EROL TUNÇ
KONYA-2017

İÇİNDEKİLER

TEZ BİLDİRİMİ ..... Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ÖZET ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
ÖNSÖZ ..... **vi**
İÇİNDEKİLER ..... **vii**
SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**
1. GİRİŞ **1**
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **5**
2.1. Soya Fasulyesi 5
2.1.1. İşlem görmemiş tam yağlı soya (Ham soya) 6
2.1.2. İşlem görmüş tam yağlı soya 7
2.1.3. Soya fasulyesi küspesi 10
2.2. *In situ* Metot 11
2.2.1. *In situ* metotta protein parçalanabilirliğini etkileyen faktörler 12
2.2.2. *In situ* metot ile ilgili literatür özetleri 18
2.3. *In vitro* Metot 23
2.3.1. Enzimlerin kullanıldığı *in vitro* metotlar 23
2.3.2. *In vitro* metot ile ilgili litaratür özetleri 25
3. MATERYAL VE YÖNTEM **30**
3.1. *In Situ* Araştırma 30
3.1.1. Materyal 30
3.1.2. Yöntem 32
3.2. *In Vitro* Araştırma 39
3.2.1. Materyal 39
3.2.2. Yöntem 39
3.3. İstatistiki Analizler 44
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **45**
4.1. Araştırma Sonuçları 45
4.1.1. Tam yağlı soyanın *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri 45
4.1.2. Soya fasulyesi küspesinin *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri 45
4.1.3. Ekstrude Soyanın *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri 46
4.1.4. Tam yağlı soyanın *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri arasındaki ilişki 48
4.1.5. Soya fasulyesi küspesinin *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri arasındaki ilişki 49
4.1.6. Ekstrude Soyanın *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri arasındaki ilişki 49
4.1.7. Farklı soya numunelerinin *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri arasındaki ilişki 50
4.1.8. Farklı soya numunelerinin *in situ* protein parçalanabilirlik karakteristikleri 53

4.2. Tartışma 54
5. SONUÇ ve ÖNERİLER 62
EKLER 73
ÖZGEÇMİŞ 87

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

a : Proteinin zamana bağlı olmaksızın hemen parçalanan kısmı, çözünebilirliği
A : Yemlere ait yıkama kayıpları
B : Proteinin çözünmeyen fakat zamana bağlı olarak, potansiyel olarak parçalanan kısmı
c : b'nin parçalanma hız sabiti, birim zamanda parçalanma hızı, (1/saat)
CH_4 : Metan
cm : Santimetre
CO_2 : Karbondioksit
J : Joule
k : Rumenden fraksiyonel çıkış hız sabiti
lt : Litrre
mg : Miligram
M : Molarite
ml : Mililitre
mm : Milimetre
µm : Mikrometre
N : Azot
n : Örnek sayısı
NaCl : Sodyum klorür
NH3-N : Amonyak azotu
P : Önem derecesi
pH : Power of Hydrogen (hidrojenin gücü)
r : Korelasyon katsayısı
S : Regresyon denkleminin standart hatası
Y : t zamanındaki parçalanabilirlik, (%)

Kısaltmalar

ADF : Asit çözeltilerde çözünmeyen lifli bileşikler
ADL : Asit çözeltilerde çözünmeyen lignin
EP : Etkin parçalanabilir protein
ES : Ekstrude soya
HCl : Hidroklorik asit
HP : Ham protein
HS : Ham selüloz
HY : Ham yağ
INS_E : *In situ* etkin protein parçalanabilirliği
INV_1 : Yem ham maddelerinin 1. saat sonundaki *in vitro* enzimatik parçalanabilirlikleri
INV_{24} : Yem ham maddelerinin 24. saat sonundaki *in vitro* enzimatik parçalanabilirlikleri
ITYS : Isıl işlem görmüş tam yağlı soya
KM : Kuru madde
ME : Metabolik enerji
MP : Metabolik protein
NDF : Nötr çözeltilerde çözünmeyen lifli bileşikler

NE **:** Net enerji
NPN **:** Protein tabiatında olmayan azotlu bileşikler
OM **:** Organik madde
RDP **:** Rumende parçalanan protein
SFK **:** Soya fasulyesi küspesi
RUP **:** Rumende parçalanmayan protein
SHP **:** Sindirilebilir ham protein
TYS **:** Tam yağlı soya

1. GİRİŞ

Bir yemin ham protein (HP) içeriği olarak da ifade edilen azotlu (N) bileşikler, protein tabiatında olmayan azotlu (NPN) bileşikler (amonyak, küçük peptidler, nükleik asit, serbest aminoasitler, amin ve amidler v.b.) ve gerçek proteinler (globular proteinler ve lifli proteinler)'den oluşur. Bitkisel kökenli yemlerdeki gerçek proteinler ise yararlanılabilen gerçek proteinler (globular proteinlerden albumin, globulin, prolamin ve glutelin) ve yararlanılamayan gerçek proteinler (ADIP: asit deterjanda çözünmeyen proteinler) olarak ikiye ayrılırlar (NRC, 2001).

Ruminant hayvanlarda sindirim sistemi hem anatomik yapı hem de fizyolojik yapı itibariyle diğer çiftlik hayvanlarına göre önemli farklılıklar gösterirler. Bu hayvanların rumenlerindeki yoğun mikroorganizma varlığının sonucu olarak gelişen fermentasyon faaliyetinden dolayı NPN'li bileşikler rumende amonyağa parçalanır ve rumende mevcut fermente edilebilir enerji düzeyine bağlı olarak mikrobiyal protein sentezinde kullanılırlar. Gerçek proteinler ise, rumende parçalanan proteinler ve parçalanmayan proteinler olmak üzere iki farklı fraksiyondan oluşur. Rumende parçalanabilir gerçek proteinler rumen bakterileri, protozoalar ve fungilerin salgıladığı proteazlar ile peptid ve amionasitlere, en son olarak da amonyağa parçalanırlar (Atasoglu ve Wallace, 2003). Rumende parçalanabilir N'li bileşikler ise, diğer bir ifadeyle rumende parçalanan proteinler (RDP) rumen mikrorganizmaları tarafından rasyon enerjisinin miktar ve kalitesine bağlı olarak azot kaynağı olarak mikrobiyal protein sentezinde kullanılırlar (Chalupa, 1975). Rumende parçalanamayan proteinler (RUP) ise herhangi bir mikroorganizmanın etkisine maruz kalmadan incebağırsağa kadar geçerler ve rumende sentezlenen mikrobiyal proteinle birlikte incebağırsakta hidrolize olarak aminoasitlerine parçalanır ve vücut içine absorbe edilerek et, süt ve vücut proteinlerinin sentezinde kullanılırlar. Rumen mikroorganizmaları tarafından sentezlenen mikrobiyal proteinin biyolojik değeri yem kaynaklı proteine göre daha yüksek olup belirli bir verim seviyesine kadar ruminantların protein ihtiyaçlarını karşılayabilmektedir (Leng ve Nolan, 1984; Brooker ve ark., 1995; Bruckental ve ark., 2002; Stern ve ark., 2006). Fakat yüksek verim seviyesine sahip ruminant hayvanların protein ihtiyaçlarını tek başına karşılayabilecek kadar esansiyel aminoasit sentezleyemezler. Rumende sentezlenen mikrobiyal protein özellikle laktasyonun başlangıcında bulunan süt ineklerinin protein ihtiyaçlarını karşılamak için yeterli

değildir (Polat ve ark., 2007). Bu nedenle, yüksek verimli ruminatların beslenmesinde rumende parçalanabilirliği düşük ve incebağırsakta enzimatik sindirime uğratılan biyolojik değeri yüksek rumende parçalanmayan proteinleri bulunması hayvanların protein ihtiyaçlarının karşılanmasında daha tatminkâr sonuçlar vermektedir (Özen, 1992).

Ruminantlarda yem proteinlerinin değerlendirilmesinde ve hayvanların protein gereksinimlerinin belirlenmesinde ülkemizde uzun yıllar HP veya sindirilebilir ham protein sistemi kullanılmaktaydı. Hayvan beslemede kullanılan bu iki kavram belirli bir verim seviyesine sahip sığırlar için kullanılabilse de özellikle yüksek süt verimine sahip kültür sığır ırklarının gereksinimlerinin optimum düzeyde karşılanmasında yetersiz kalmaktadır. Diğer bir ifade ile, rasyonun sadece toplam N'lu bileşikler bakımından zengin olması optimum ihtiyaçların karşılanmasının izahında yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle yemin ya da rasyonun protein değerlerinin tanımlanmasında HP içeriğinin rumende parçalanabilirliklerinin, diğer bir ifadeyle yemlerin rumende parçalanabilir protein (RUP) ve rumende parçalanmayan protein (RUP) fraksiyonlarının temel alınması gerektiği bildirilmiştir (AFRC, 1987; Chamberlain ve Wilkinson, 1996; Cömert ve Şayan, 2000; McDonald ve ark., 2002; Fox ve ark., 2004).

Yemlerin rumende parçalanabilirliğinin belirlenmesinde *in vivo, in vitro ve in situ* gibi farklı yöntemler kullanılmaktadır. Genelde en güvenilir sonuçlar *in vivo* çalışmalardan elde edilenler olmakla beraber zor, zahmetli ve pahalı olması, çalışmaların uzun zaman alması, deneme şartlarının her zaman kontrol altında tutulmasının güç olması, çok fazla miktarda yem örneğine ihtiyaç duyulması gibi dezavntajları bulunmaktadır. Bu nedenle *in vivo* yöntemlere alternatif olarak *in situ* ve *in vitro* yöntemler geliştirilmiştir. Yem proteinlerinin RDP ve RUP içeriklerinin belirlenmesinde en yaygın kullanılan metot *in situ* metottur. *In situ* metot ilk kez Quin ve ark. (1939) tarafından kullanılmış ve o tarihten itibaren de birçok kaba ve kesif yemin yem değerlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Ham protein parçalanabilirliğinin belirlenmesinde Orskov ve McDonald (1979)'ın geliştirdikleri üstel model yardımı ile geniş ölçüde kullanılmaya başlanmıştır. Bu metot çeşitli yem maddelerinin naylon keseler içerisinde belli sürelerde rumende inkübasyona tabi tutulması ve farklı inkübasyon sürelerindeki kuru madde, ham protein gibi besin maddeleri kaybının hesaplanması esasına dayanmaktadır (AFRC, 1993). *In situ* metotta,

torbaya konan yem miktarının, yemin partikül büyüklüğünün, naylon torbaların ebatlarının, torbaların gözenek büyüklüğünün, inkubasyon süresi ve hayvanın tükettiği rasyonun kaba/kesif yem oranının sonuçları etkilediği bildirilmiştir (McDonald ve ark., 1987). Belirtilen bu dezavantajlarına rağmen hala *in situ* metot birçok ülkede referans metot olarak kabul görmektedir. Bunun nedeni; sindirimin rumen ortamında yapılması ve bu açıdan *in vitro* yöntemlere göre biyolojik açıdan daha güvenilir olmasıdır. Bir araştırma kurumunda protein parçalanma oranının tespitinde rumen kanüllü hayvanların kullanımı mümkün olsa da ticari laboratuvarlarda rutin kullanımı sınırlıdır. *In situ* yöntemde kanüllü hayvanlara ihtiyaç duyulması ve yemlerin değerlendirilmesinde bu tekniklerin rutin olarak kullanımının zor olmasından dolayı yemlerin rumende parçalanabilirliğini doğru tahmin etmek için *in vitro* metotlara ihtiyaç olduğu bildirilmiştir (Mohamed ve Chaudhry, 2008). *In vitro* metot *in situ* metota göre daha az maliyetle gerçekleşmekte olup mikrobiyal parçalanma metabolitleri ile kalan kısmın her ikisinin birden analizinin yapılabilmesine imkân sağmakta olup, *in vitro* metot ise yemlerin parçalanabilirliklerinde etkili olan mikrobiyal faktörler, hayvan faktörleri ve çevresel etmenler gibi çeşitli faktörlerin kontrolünü sağlayabildikleri için, yemlerin KM ve HP parçalanabiklirliklerinin belirlenmesinde standardizasyona olanak sağlamaktadır. Araştırmacılar tarafından yem hammaddelerinin sindirilebilirliğinin tahmininde kullanılabilecek birçok *in vitro* enzimatik metot önerilmektedir. Özellikle ticari proteazların kullanıldığı yöntemler işgücü ve zaman açısından avantaj sağlamakta olup, farklı orijinlere sahip proteazlar bazı araştırmacılar tarafından rumende protein parçalanabilirliğinin belirlenmesi amacıyla denenmiş olup en yaygın olarak kullanılanı Streptomyces griseus'tan ekstrakte edilen proteaz enzimi olmuştur (Krishnamoorthy ve ark., 1983; Chaudhry, 2005; Chaudhry, 2007).

Geçmiş yıllarda *in situ* metota alternatif olarak birçok *in vitro* metot kullanılmış olup bu metotlarda ticari firmalardan ya da rumenden ekstrakte edilen tampon çözeltiler, kimyasal çözeltiler, rumen sıvısı ve enzimler kullanılmıştır. Farklı yemler için *in vitro* metotlar karşılaştırıldığında; enzimlerin spesifikliği ve enzimlerin daha iyi aktiviteye sahip olmalarından dolayı enzimatik metot yem hammaddelerinin sindirilebilirliğinin tahmininde kimyasal metotlara göre daha iyi sonuçlar vermektedirler. Bazı yemler için HP parçalanabilirliğinin belirlenmesinde *in vitro* metotla kullanılan ticari proteazlar *in situ* metot ile karşılaştırılmış ve bu iki teknik

arasında istatistiksel açıdan önemli ilişkiler bulunduğu bildirilmiştir (Poos-Floyd ve ark., 1985).

Ülkemizde ruminant hayvanların beslenmesinde yaygın olarak kullanılan ve son yıllarda yüksek verimli hayvanların artışına bağlı olarak bu hayvanların protein ihtiyaçlarının karşılanmasında tam yağlı soya (TYS), soya fasulyesi küspesi (SFK) ve ekstrude soya (ES) gibi farklı soya fasulyesi ürünlerinin önemi daha da artmaya başlamıştır. Bu ürünlerin rumende RDP ve RUP gibi protein fraksiyonlarının daha kolay hesaplanmasına olanak verecek çalışma sonuçlarının artması daha dengeli rasyonların hazırlanmasına yardımcı olacaktır. Bu çalışmada, ülkemizde farklı tedarikçilerden sağlanan TYS, SFK ve ES'nin *in situ* ve *in vitro* enzimatik (*Streptomyces griseus*) metotlar kullanılarak, RDP miktarlarını belirlemek ve bu yöntemler arasındaki ilişkiden yararlanarak protein parçalanabilirliğini tahmin eden regresyon denklemlerinin geliştirilmesi ve TYS, SFK ve ES'nin RDP miktarlarının daha güvenilir ve hızlı bir şekilde *in vitro* metotla tespiti amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1.Soya Fasulyesi

Soya bitkisinin anavatanı Çin olup Çin'den Kore'ye ve Japonya'ya yayılmıştır. Ekonomik, beslenme ve ekolojideki önemi anlaşılan soya özellikle Asya, Orta Amerika, Güney Amerika, Avrupa ve Afrika olmak üzere dünyanın birçok bölgesine yayılmıştır. Çin 20. yüzyılın ilk yarısında dünyanın en büyük soya üreticisi ve ihracatçısı konumundadır. İkinci Dünya Savaşı sonrasında protein ve yağ teminindeki yetersizliklerle birlikte batı dünyasının da tanımaya başladığı soyanın beslenmedeki önemi artmıştır. 1950'li yıllarda ABD'de soya üretimi hızla artış göstermiş ve günümüzde dünya soya üretiminde en büyük paya sahip ülke konumuna gelmiştir. 1970'li yıllarda ise Brezilya'da soya üretiminde önemli derecede artış göstermiştir. ABD'nin ardından dünyanın en büyük soya üreticisi konumundaki ülkeler sırasıyla Brezilya ve Arjantin olmuştur. Bu ülkeler aynı zamanda dünyada en önemli soya ihracatçısı konumundadırlar (Güler, 2013).

Ülkemizde soya tarımı çok eski yıllara dayanmakla birlikte ekimi ancak 1982 yılında önem kazanmıştır (Bulut, 2010). 1987 yılına kadar soya üretimi sürekli artış göstermiş olup, 250.000 ton olan üretimimiz bu yıldan sonra azalma göstermiş ve 2005 yılında 29.000 tona gerilemiştir (Bulut, 2010). Son yıllarda toparlanma sürecine giren soya üretimimiz 2015 yılında 161.000 ton olarak gerçekleşmiştir (TUİK, 2016). Akdeniz bölgesi, Türkiye soya üretiminin yaklaşık olarak %85'ini sağlamakta olup Karadeniz bölgesi ise toplam soya üretiminden yaklaşık %15 pay almaktadır. Bu da üretimde önemli ölçüde bölgesel yoğunlaşma olduğu anlamına gelmektedir. Soyanın Türkiye'deki yurtiçi piyasa fiyatları ile dünya piyasa fiyatları karşılaştırıldığında yurtiçi piyasa fiyatlarının genellikle daha yüksek olduğu görülmektedir. Talep cephesinden bakıldığında Türkiye soya arzının büyük ölçüde hayvan yemi ve gıda sanayiinde kullanıldığı görülmektedir. 1998 yılında toplam arzın %28'i gıda sanayinde kullanılıyorken, 2007 yılında %42'ye ulaşmıştır. Son dönem itibariyle soyanın yem hammaddesi olarak kullanımı ise toplam arz içerisinde %45 paya sahiptir (Güler, 2013). Yurtiçi soya üretimi, artmasına rağmen talep karşılanamamakta, diğer bir ifadeyle arz açığı oluşmaktadır. Arz açığı ise ithalatı zorunlu hale getirmekte olup Türkiye buna bağlı olarak günümüzde net soya ithalatçısı konumundadır. Soya üretimine elverişli

iklim koşullarının mevcut olduğu Türkiye'de, üretime öncelik verilmemesi durumunda gelecekte de ithalatın artmaya devam edeceği tahmin edilmektedir (Güler, 2013).

Çizelge 2.8. Ülkemizde yıllara göre soya üretimi

Yıllar	Soya Üretimi (ton)
1991	110.000
1992	95.000
1993	63.000
1994	70.000
1995	75.000
1996	50.000
1997	40.000
1998	60.000
1999	66.000
2000	44.500
2001	50.000
2002	75.000
2003	85.000
2004	50.000
2005	29.000
2006	47.300
2007	30.666
2008	34.461
2009	38.442
2010	86.540
2011	102.260
2012	122.114
2013	180.000
2014	150.000
2015	161.000

(TUİK, 2016)

Yem değeri açısından soya fasulyesi; işlem görmemiş tam yağlı soya (ham soya), işlem görmüş tam yağlı soya ve soya fasulyesi küspesi olarak 3 kategoride değerlendirilmektedir.

2.1.1. İşlem görmemiş tam yağlı soya (Ham soya)

Ham soya; yüksek protein içeriği yanında antinutrisyonel faktörler olarak bilinen zararlı bileşikleri de içermektedir. Gürsoy ve Gökçe (2011)'nin bildirdiğine göre; soya proteinlerinin arzu edilmeyen renk ve aroması; fenolik bileşikler başta olmak üzere, bazı alifatik karbonlar, uçucu yağ asitleri, aminler, esterler ve alkollerden kaynaklanmaktadır (How ve Morr, 1982). Ayrıca karbonhidrat yapısı, bileşiminde bulunan tripsin inhibitörleri, fitik asit ve tuzları ile diğer bazı bileşenler de antinutrisyonel faktörlerdendir (Shahidi ve Naczk, 1995) .

Öğütülmüş ham soya veya ezilmiş ham soya laktasyondaki inekler için çok iyi bir protein kaynağıdır (Harris, 2003). İşlem görmemiş tam yağlı soya (TYS) ile ilgili çiftlik

hayvanlarının beslenmesine yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Morrison (1959) öğütülmüş ve kırılmış işlem görmemiş TYS'nin rasyonu dengelemek amacıyla ihtiyaçları doğrultusunda verildiğinde süt sığırları tarafından sevilerek tüketildiğini bildirmiştir. İşlem görmemiş TYS tüm çiftlik hayvanları için önerilmemektedir. Tam yağlı soya domuz ve kümes hayvanları gibi tek mideli hayvanlar tarafından etkin bir şekilde kullanılamaz. Bu hayvanların rasyonlarında işlem görmemiş TYS kullanılacağında enzimlerin ve enzim inhibitörlerinin inaktive edilmesi için ısıl işlem önerilmektedir (Harris, 2003).

Sığır, koyun ve keçi gibi geviş getiren hayvanlar işlenmeksizin TYS'den yararlanabilirler. Buna rağmen birtakım uyarılar beslenme etiketleri üzerinde sıklıkla görülmektedir. Bu uyarılar genellikle üre ve benzeri bileşiklerin kullanımları ile ilgilidir. Tam yağlı soya üreaz enzimi içermektedir. Üre ve öğütülmüş TYS'nin her ikisini birden içeren karma yemler depolandıktan sonra kademeli olarak amonyak kokusu üretmeye başlar. Bu nedenle öğütülmüş ve işlem görmemiş TYS içeren rasyonlara üre ilave edilmemelidir.

Soyadaki antinutrisyonel faktörler ısıl işlem uygulamaları ile kolaylıkla ortadan kaldırılabilmektedir. Soya küspesine uygulanan sıcaklık ve süresi protein kalitesini önemli derecede etkilemektedir (Bulut, 2010). Ham soyaya uygulanan ısıl işlem ile üreaz enzimi inaktive edilir, lipoksigenazların inaktive olmasıyla elde edilen ürünün kalitesi artar ve raf ömrü uzar (Kouzeh-Kanani ve ark., 1981), by-pass protein içeriği artar (Harris, 2003). Özellikle kümes hayvanları ile tek mideli hayvanlara soya danesinin ısıl işlemden geçirildikten sonra verilmesi önerilmektedir.

2.1.2. İşlem görmüş tam yağlı soya

Kaliteli protein kaynaklarının rumende parçalanıp, amonyağa ya da mikrobiyal proteine dönüşümü ruminant beslenmesinde çok arzulanan bir durum değildir (Muller ve ark., 1975). Soya zaten protein kalitesi yüksek olan protein kaynağı olduğundan bu tip yem hammaddelerinin mikrobiyel protein sentezinde kullanılmaktan ziyade by-pass protein özeliğinden yararlanılıp ince bağırsağa ulaşıp burada değerlendirilmesi arzu edilir. Bu durum özellikle genç ve yüksek verimli hayvanlar için önem arz etmektedir. Ruminantlarda soyanın rumende mikrobiyel yıkımı önlemek için farklı metotlar uygulanmaktadır. Isıl işlem de soyaya bu amaçla uygulanan güvenilir ve ekonomik bir metot olup (Faldet ve Satter, 1991) aynı zamanda TYS'da bulunan antinutrisyonel

faktörleri azaltmak için kullanılan en yaygın metottur. Isının antinutrisyonel faktörleri inaktive ettiği mekanizma "denaturasyon" olarak bilinir. Rackis ve ark. (1986); üreaz enzimini inaktive etmek için gram başına en az 1.200 J enerji absorbe edilmesi gerektiğini, soya fasulyesinde bulunan tripsin önleyicilerinin %95' ini yok etmek için ise gram başına 1.670 J enerjinin absorbe edilmesi gerektiği belirtmişlerdir. Çok yüksek sıcaklıklar, aminoasitlerin özellikle de lisin aminoasidinin kullanılabilirliğini kısıtlamakta, yetersiz ısıl işlem ise, TYS içerisindeki yağın oksitleyici stabilitesini azaltmaktadır (Kouzeh-Kanani ve ark., 1981).

Mevcut teknolojilerin ortak amacı, minimum antinutrisyonel faktör içeriğine, optimum protein kalitesine ve yüksek yağ içeriğine sahip homojen ürün elde etmektir. İşlemler arasındaki farklılıklarda; zaman, sıcaklık, basınç, nem, maruz kalan yüzey, parçacık boyutu ve kullanılan enerji türü rol oynar. Fakat işlemlerin tümünde, soya fasulyesinde bulunan tripsin ve kimotripsin inhibitörlerinin, lipoksigenazların, lektinlerin ve üreazın inaktive edilmesinde ısı enerjisi kullanır (De Schutter ve Morris, 1992).

Tam yağlı soyanın işlenmesinde yaygın olarak kullanılan üç sistem; pişirme, kavurma (dönen davul sistemleri, akışkan yatak, basamaklı hazne, mikronize etme, hızlı püskürtme ve mikrodalga) ve kuru veya yaş ekstrüzyondur.

2.1.2.1.Ekstrüzyon

Ekstrüzyon işleminin temeli, kısa sürede (90 saniyeden az) yüksek sıcaklık (140ºC-170ºC) uygulamasıdır. Öğütülmüş soya fasulyesi belirli bir şekilde yapılandırılmış civatalarla bir silindirden gönderilir ve bundan sonra basınç altında son bir delikten basınçla itilir. Birkaç parametre, elde edilen ürünün kalitesini etkilemektedir. Bu parametreler Serrano ve Villalbi (1999) tarafından; TYS'nin büyüklüğü, ekstruderin besleme hızı ve süresi, sıcaklık ve nem oranı ve ekstrüzyon ünitesinde ulaşılan sıcaklık, sonsuz dişli geometrik dizilimi ve civatalar, ekstrüzyon ünitesinin çıkış deliğinin boyutu ve şekli, kurutucuda bekleme süresi, sıcaklık ve hava hızı olarak belirtilmiştir. Bu parametrelerin çoğunluğu birbiriyle yakından ilişkili olup kaliteli bir ürün elde etmek için bunların en iyi kombinasyonunu bulmak gerekmektedir. İki ekstrüzyon modeli piyasada mevcut olup, her birinin avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır.

2.1.2.1.1. Kuru ekstrüzyon

Kuru ekstrüzyon, 1960'lı yıllarda geliştirilmiştir. Öğütülmüş TYS'leri sonsuz dişliler tarafından desteklenen kalın duvarlı varil içinde basınca maruz bırakan bir tekniktir. TYS'ye uygulanan basınç 35-40 atm seviyesine ulaşır, TYS ile silindirin duvarları arasındaki sürtünme sonucu oluşan ısı ürünü ısıtır ve sterilize eder. Bu işlem 20-30 saniyeden az sürer ve kullanılan makineye bağlı olarak yaklaşık 120-165°C sıcaklıklara ulaşır (Perilla ve ark., 1997; Wijeratne, 2000). Bu işlem ile TYS'nin yağ veziküllerindeki yağ serbest kalmaktadır ki bu da ekstrude soya ile kavrulmuş soya fasulyesi arasındaki temel farkı oluşturur. Bu muamele yönteminin en büyük dezavantajı, sürtünmenin, mevcut lisin seviyesini etkileyebilecek aşırı sıcaklıklara neden olabilmesidir. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki çiftliklerde, kuru ekstrüzyon daha ucuz olması ve çiftçiler tarafından uygulanabilir olmasından dolayı yaş ekstrüzyondan daha popülerdir (Wijeratne, 2000). Bu işlemin üretim kapasitesi, boyuta ve herhangi bir ön işlemin gerçekleştirilip gerçekleştirilmemesine bağlı olarak saatte birkaç yüz kilo ile birkaç tona kadar değişiklik gösterir (Said, 1995).

2.1.2.1.2. Yaş ekstrüzyon

Tipik bir yaş ekstrüzyon tesisi, bir tohum filtresi veya temizleyicisi, bir ön işleme ünitesi, bir besleme ünitesi, civatalar, buhar enjeksiyon valfleri, komple bir içi boş boru ve bir motor, bir kurutucu ve bir soğutucu ile çalışan bir veya birkaç iç milden oluşmaktadır. Parçacıkların homojenliğini sağlamak için çok ince örgülü (mümkünse 1mm) fasulye değirmeni seçilmesi önerilmektedir. Ön işleme ünitesi içerisinde, karışımın %24-28 nem seviyesine ve 80-90°C sıcaklığa getirilmesi için su buharı eklenmektedir. Ekstrüzyon şaftı, optimum homojen bir karışım elde etmek ve karışıma uygulanan basıncın yeterince yüksek olmasını sağlamak için ilgili mesafeye bağlıdır. Borunun içindeki basınç seviyesi 30 atm civarındadır, böylece ulaşabileceği yüksek sıcaklıklara rağmen su buharlaşmaz. Karışım ekstruderden ayrıldığında, suyun hızlı buharlaşmasına ve daha sonra ürünün "genleşmesine" yol açan hızlı bir basınç darbesine maruz kalır. Yüksek basıncın etkisiyle yağ hücreleri patlar ve yağ serbet hale geçer. Ancak, bu yağ, soğutulduğu ve sistem kilitli olduğu için tekrar emilir. Daha sonra; fasulyeler, nihai nem seviyesini %10-12 arasında düşüren yatay bir soğutucuya yerleştirilmeden önce 14 dakika süreyle kurutucuya yerleştirilir ve burada nem seviyesi %14-16' ya düşürülür. Yaş ekstrüzyon, ön işlemeyi ve sıcak buharını ekstrüzyon

ünitesine enjekte etmeyi kapsamaktadır. İşlem tamamlandıktan sonra ilave bir kurutma aşaması gereklidir. Dolayısıyla bu sistemler kuru ekstrüzyondan daha pahalı sistemlerdir. Öte yandan, üstün bir üretim kapasitesine (5.000–9.000 ton / saat) (Thomason, 1987) sahiptirler ve antinutrisyonel faktörlerin denatüre edilmesi açısından daha etkilidirler (Harper, 1978).

2.1.3. Soya fasulyesi küspesi

Yağlı tohum küspeleri hem insan hem de hayvancılık için önemli protein ve enerji kaynakları olup dünyanın tükenme ihtimali olan fosil yakıtlara olan bağımlılığına karşı TYS biyodizel üretiminde önemli bir yere sahiptir. Fakat yine de SFK çoğu ülkede ağırlıklı olarak hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. SFK, hayvan beslemede en çok araştırılan ve rasyonlarda kullanılan en önemli yem hammaddelerinden biridir. Hayvan besleme için kullanılan farklı soya fasulyesi küspesi çeşitleri mevcut olup bunlar çözücü ile ekstrakte edilmiş SFK, mekanik olarak ekstrakte edilmiş SFK, ekstrude edilmiş SFK, tam yağlı SFK, izole edilmiş soya proteini, soya proteini konsantresi, soya oligosakkaritleri ve fermente soyadır.

TYS'ya uygulanan çeşitli işlemlerin ardındaki düşünce, bu tohumlarda bulunan beslenmeyi engelleyici maddelerin etkisini nötralize etmek ve SFK'nın lezzetini, sindirilebilirliğini ve hayvan tarafından tüketimini arttırmaktır. SFK kuru ısıtma, nemli ısıtma (kızartma) ile veya ısıl işlem olmadan işlenebilir. SFK'nın doğru şekilde işlenmesi (ısıl işlem) çok önemli olup az miktarda işleme, proteinin ve amino asitlerinin zayıf sindirebilirliğine ve ısıya dayanıklı antinutrisyonel faktörlerin uygunsuz inaktivasyonuna neden olmaktadır. Aşırı ısıtma aynı zamanda aminoasitlerin reaktif amino grubunun ve Maillard reaksiyonu olarak da bilinen indirgen şekerin karbonil grubunun reaksiyonundan kaynaklı zayıf protein kalitesiyle sonuçlanmaktadır. Lisin ve sistin aminoasitleri SFK ve diğer baklagil yağlı tohumlarında ısıya karşı en duyarlı aminoasitlerdir (Yin ve ark., 2011).

Soya fasulyesi işleme yöntemleri, hedeflenen ürüne, üründe beklenen yağ seviyesine ve beslenmesi hedeflenen hayvancılık sınıfına göre değişir.

Solvent ekstrüzyon işleminde öncelikli olarak, soya fasulyesi tohumu temizlenir, kırılır, aspirasyon yoluyla kabukları alınır, ısıtılır ve pul haline getirilir (Yin ve ark., 2011). Yağ ekstraksiyonunda organik çözücü olarak kullanılan hekzan çok etkilidir. Hekzan ile yağ içeriği %1'den daha düşük bir seviyeye indirilir. Yağ ekstraksiyon işlemi esnasında üretilen yağı alınmış ve pul haline getirilmiş ürün, soya protein konsantresi ve

soya protein izolatı gibi diğer ürünlerin başlangıç malzemesi olarak kullanılabilir (Yin ve ark., 2011).

Soya protein konsantresi, yağsız soya fasulyesi flekslerinde bulunan %20 çözünür karbohidrat fraksiyonunun büyük bir kısmının su, alkol veya asit ekstraksiyonu ile yıkanarak çıkarılmasıyla üretilir. Soya fasulyesi küspesinin çözünür karbonhidrat fraksiyonu esas olarak nişasta ve rafinozdan oluşur ki bunların tat lezzetinden sorumlu olduğu bilinmektedir. Soya fasulyesi küspesinin çözünür karbohidrat fraksiyonunun giderilmesi genellikle daha yüksek ham protein (%62-69) ve ham lif içeriğinin (%3.4-4.8) oluşmasına neden olmaktadır (Yin ve ark., 2011).

Soya protein izolatı üretmek için ise, soya yemlerinden elde edilen protein, sodyum hidroksit veya diğer alkali çözeltilerle çözünür hale getirilir ve protein çözeltiden santrifüj ile ayrılır, konsantre edilir ve püskürterek kurutulur (Lusas ve Riaz, 1995).

Mekanik ekstraksiyon veya ekspeller yöntemi de, tohumların temizlenmesi, kırılması ve kurutulması gibi ön muameleler içermektedir. Daha sonra fasulyeler ekspeller presinden geçirilir ve yağ ekstrakte edilir. Bu yöntem, soya fasulyesi için Soyplus® olarak bilinen ruminant hayvan beslemede kullanılabilecek için patentli ürün üretmek üzere geliştirilmiştir. Geleneksel yöntemler ile elde edilen küspeye (%35-45) kıyasla yaklaşık %60 daha fazla by-pass protein seviyesine sahiptir. Çözücü ile ekstrakte edilmiş SFK genellikle %2' den daha az yağ içermekte olup mekanik olarak ekstrakte edilen soya fasulyesi küspesi ise genellikle daha fazla yağ içermektedir (%3-5) (Yin ve ark., 2011). Bu değişken yağ bileşimi aynı zamanda farklı soya fasulyesi ürünlerinin ham protein içeriği ile ters orantıya sahiptir. Daha az yağlı ürün genellikle daha fazla ham protein ve daha az metabolize edilebilir veya sindirilebilir enerji içerir. Yin ve ark. (2011)'ın bildirdiğine göre; SFK genelde gövde ilavesi ile ticari olarak %44 veya %48 ham protein ihtiva edecek şekilde standartlaştırılmıştır (Pond ve ark., 2005).

2.2. *In situ* Metot

İlk kez Quin ve ark. (1939)'ları tarafından önerilen ve yem değeri takdirinde kabul görerek yaygın bir kullanım alanı bulan *in situ* metot, belirli zaman periyotlarında yemlerin naylon torbalar içerisinde rumene sarkıtılarak rumendeki kurumadde (KM) ya da organik madde (OM) parçalanabilirliklerini esas alan ve naylon torba tekniği olarak da isimlendirilen yöntemdir.

In situ metodun, N'nin ruminal parçalanabilirliğini karakterize eden standart bir metot olarak kabul edildiğini bildirmektedir (AFRC 1992). Özkul (2005)'un bildirdiğine göre; *in situ* metot, yemlerin hem karbonhidrat ve protein fraksiyonlarının parçalanma karakteristiklerinin tanımlanmasını hem de parçalanma karakteristiklerinden yararlanarak özellikle kaba yemlerde serbest tüketimin tahmin edilmesini sağlamaktadır.

In situ metodun da in vivo metotta olduğu gibi avantajları yanında kimi dezavantajları söz konusudur. Bunlardan ilki rumen kanüllü hayvan gerektirmesi olmakla beraber, daha da önemlisi çeşitli varyasyon kaynaklarına göre tekniğin standardizasyonundaki belirsizliklerdir. Araştırıcılar, torba materyal tipi, torba gözenek büyüklüğü, torbaların rumendeki konumu, yıkama işlemleri, yemleme sıklığı gibi çeşitli etmenlere bağlı olarak yemlerin *in situ* parçalanma değerlerinde önemli varyasyonlar olduğunu (Madsen ve Hvelplund, 1985; Nocek, 1988) ve hatta *in situ* ölçümlerin aynı laboratuvarda ve laboratuvarlar arasında farklı sonuçlar verdiğini de bildirmektedirler (Madsen ve Hvelplund, 1994). Standardizasyonundaki belirsizliklere rağmen, *in situ* parametrelerin yemlerin in vivo sindirilebilirlikleri ve serbest tüketimleri ile büyüme hızı parametreleri arasındaki korelasyonların yüksek olduğu (Orskov, 1990) hatta yemin parçalanma karakteristiklerine dayalı tahminlerde regresyon eşitliğine özellikle c parametresinin eklenmesi ile yem tüketiminin daha da iyileştiği (Yalcin ve ark., 1998) belirtilmiş olup, aynı zamanda kimi *in vitro* yöntemlere kıyasla bu tekniğin daha ekonomik, pratik ve etkili olduğu da bildirilmektedir (Bhargava ve Orskov, 1987).

In situ metot yemin parçalanma karakteristiklerine dayalı değerlendirme sağlayan bir metot olup yemlerin *in situ* parçalanma karakteristikleri; yemin kolay çözünebilen fraksiyonu (a), çözünemeyen fakat fermente olabilen fraksiyonu (b) ve fermente olan fraksiyonun parçalanma oranı (c) gibi parametrelere dayanmaktadır. Bir yemin potansiyel parçalanabilen kısmı olan a+b değeri (asimtot değeri) yemlerin parçalanabilirlikleri ile c değeri ise tüketilebilirlikleri ile ilgili mükemmel parametreler olarak nitelendirilmektedir (Bhargava ve Orskov, 1987).

2.2.1. *In situ* metotta protein parçalanabilirliğini etkileyen faktörler

2.2.1.1.Torba materyal tipi

In situ ölçümlerde, genellikle dakron, polyester ve naylon kumaştan yapılan torbalar kullanılmakta (Özkul, 2005), kullanılan torbalar rumen ortamında

parçalanmayan özellikte olmalıdır. Torba içine numune konulduktan sonra sıcak pres ile birleştirilmelidir (Yıldırır, 2005).

2.2.1.2.Torba gözenek büyüklüğü

In situ çalışmalarda kullanılacak torbaların gözenek büyüklüğü, mikroorganizma ve tampon sıvıların içeri girişine olanak tanıyıp parçalanmamış maddelerinin torba içinde kalmasını, fakat parçalanan kısmın dışarı çıkışını sağlayacak özellikte olmalıdır. Büyük gözenek çapı, torbalardan kaçan partikül kayıplarını arttıran önemli bir etkendir. Bu durum, kaçan partiküllerin tamamen parçalanmadığı halde parçalanmış gibi hesaplanması anlamına gelir. Küçük gözenek çapı ise, mikroorganizmaların özellikle de protozoaların torbaya girişini engellemektedir. Dolayısıyla 10 µm'den az gözenek çapı kullanımında torbaya giren özellikle protozoa sayısının sınırlandığı ve bu nedenle minimum çapın 30 µm olması gerektiği bildirilmiştir (Huntingdon ve Givens, 1995). Yapılan çalışmalarda genelinde torba gözenek çapına ilişkin önerilerin 20-60 µm arasında değiştiğini ve ağırlıklı olarak 40-60 µm (en çok 53 µm) gözenek çapına sahip torbalarla çalışıldığı belirtmiştir (Özkul, 2005).

Yemlerin *in situ* parçalanabilirlikleri üzerine, "örnek büyüklüğünün (ÖB) torba yüzey alanına (YA) oranının [ÖB:YA = örnek büyüklüğü, mg / (torba eni,cm x torba boyu,cm) x 2] da oldukça etkili olduğu ve bu orandaki artışa bağlı olarak ruminal kayıpların azaldığı bildirilmektedir. Bu konu ile ilgili, farklı araştırıcıların *in situ* ölçümler için belirledikleri bazı kriterler Çizelge 2.1'de verilmiştir (Vanzant ve ark., 1998).

Çizelge 2.1. *In situ* ölçümler için önerilen işlemlerin karşılaştırılması

	Orskov (1982)	**AFRC (1992)**	**Madsen ve Hvelplund (1994)**	**Wilkerson ve ark. (1995)**
Rasyon	Uygulama rasyonuna benzer	60:40 kaba:kesif yem	66.7:33.3 kaba:kesif yem	Tümü kaba yem
Yemleme düzeyi	Spesifik değil	Yaşama payı	Yaşama payı	Spesifik değil
Torba tipi	Polyester	Polyester	Polyester	Polyester
Gözenek büyüklüğü	20-40 µm	40-50 µm	30-50 µm	53 µm
ÖB:YA oranı*	12-20 mg/cm^2	12 mg/cm^2	10-15 mg/cm^2	12.5 mg/cm^2
Elek Delik Çapı				
Yoğun yem için	2.5-3.0 mm	2.5 mm	1.5-2.5 mm	2.0 mm
Kaba yem için	2.5-3.0 mm	4.0 mm	1.5-2.5 mm	2.0 mm
Hayvan	Koyun, Sığır	Spesifik değil	Sığır, Koyun, Keçi	Sığır
Tekerrür				
Hayv.sayısı için	2-4	3	3	1-4
Gün sayısı için	1-2	1	1	1-4
Torba sayısı için	1-2	1	2	1-8
Ruminal pozisyon	Sıvı ya da katı faz	Sıvı faz	Spesifik değil	Ventral kese
Rumene giriş/çıkış	Eşzamanlı giriş	İkisinden biri	Eşzamanlı giriş	Eşzamanlı çıkış
İnkübasyon süreleri (saat)	2, 6, 12, 24, 36	2, 6, 8, 24, 48 (kaba yemlerde 72)	2, 4, 8, 16, 24, 48	-
Yıkama	El	Makine	Makine	El

*ÖB:YA oranı: Örnek büyüklüğü / Torba yüzey alanı (Vanzant ve ark., 1998)

2.2.1.3. Yem örneklerinin hazırlanması

In situ ölçümlerde kullanılacak yem materyalinin homojenitesini sağlamak amacıyla, uygun şekilde kurutulup öğütülmesi gerekir. Genelde düşük düzeyde uçucu madde içeren örnekler için maksimum 65 ºC'lik kurutma sıcaklığı uygun iken, yeşil ot ve silaj gibi yüksek düzeyde uçucu maddeye sahip örnekler için standart bir işlem yoktur. Ancak yeşil ot, silaj, yüksek düzeyde bitkisel ve hayvansal yağ içeren konsantrelerin kurutulmasında dondurarak kurutma (Freeze drying) yönteminin daha uygun olduğu bildirilmektedir (Özkul, 2005). Partikül büyüklüğünü azaltıp mikrobiyal parçalanma için gerekli etkin yüzey alanını arttıran öğütme işlemi de oldukça önemlidir. Çalışmalar, dane büyüklüğünün ve özellikle de partikül büyüklüğünün *in situ* parçalanabilirlik üzerine etkili olduğunu ortaya koymuştur (Michalet-Doreau ve Cerneau, 1991; Huntingdon ve Givens, 1995). Bu konuda yapılan çalışmalarda partikül büyüklüğünün azaltılmasına bağlı olarak KM ve N parçalanabilirliğinde artış olduğu bildirilirken, bazı araştırmacılar KM ve N parçalanabilirliği üzerine partikül büyüklüğünün etkisinin önemli olmayacağı bildirilmiştir (Özkul, 2005). Yoğun yemler

için 1.5-3.0 mm ve kaba yemler için 1.5-5.0 mm elek çapı uygun kabul edilmiştir. Genel olarak, tüm yem tipleri için en çok önerileni ise 2.0 mm'lik elek delik çapıdır (Huntingdon ve Givens, 1995).

2.2.1.4. Yem örneklerinin tartımı

Örnek ağırlığının torba yüzey alanına olan oranı önemli olup rumendeki torbalara bakteriyel hücumun gecikmemesi, gecikme fazının (lag time) artmaması ve ruminal parçalanabilirliğin olduğundan düşük tahminlenmemesi için, torbaların aşırı doldurulmaması gerekir (Özkul, 2005). Uygun torba büyüklüğü kullanılarak, optimum örnek ağırlığına yönelik torba yüzey alanı sağlanmalıdır. Mehrez ve Orskov (1977) bu oranın 16 mg/cm^2 (59 µm gözenek büyüklüğü), Nocek (1985), 13 mg/cm^2 (47 µm gözenek büyüklüğü), Vanzant ve ark., (1998) ise 10 mg/cm^2 (40-60 µm gözenek büyüklüğü) olması gerektiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte, genellikle KM içeriği yüksek yemler için 16 mg/cm^2 ve KM içeriği düşük yemler için de daha büyük bir oranın yeterli olacağı bildirilmiştir (Huntingdon ve Givens, 1995).

2.2.1.5. Torbaların rumendeki konumu

Kanülün iç kapağına takılan taşıyıcıya bağlanan torbalar rumen sıvısında serbestçe hareket edecek şekilde bulunmalıdır. Özkul (2005)'un bildirdiğine göre; taşıyıcı olarak birçok araştırıcı tarafından 41-60 cm uzunluğunda ip kullanılmış olup, farklı ip uzunluklarının (25, 40, 75, 105 cm) rumen KM kaybına etkilerinin artan ip uzunluğuna bağlı olarak kayıpların arttığı ve bunun torba içindeki artan mikrobiyal aktiviteden kaynaklandığı ileri sürülmüştür. Buna göre, ip uzunluğunun torbadaki yemin parçalanabilirliğini önemli derecede etkilediği, bu nedenle mikroorganizmaların rumenin ventral kesesinde bulunan torbaları yoğun bir şekilde inkübe ettiği bildirilmiştir. Huntingdon ve Givens (1995) genel olarak uygulamada, kanülden rumenin dibine kadarki uzunluğa eşit uzunlukta bir taşıyıcı materyal (ip, serum hortumu vb.) önerildiğini bildirmişlerdir.

2.2.1.6. İnkübasyondan sonra yıkama işlemleri

Belirli sürelerde rumende inkübasyona bırakılan torbalar, inkübasyon tamamlanınca rumenden çıkartılırlar. Bu esnada, torba içinde ve dışında bir mikrobiyal bulaşma söz konusudur. İnkübasyon sonrası bu mikrobiyal aktivitenin durdurulması,

torba içi mikrobiyal kitlenin ve torba üzerindeki rumen içeriklerinin uzaklaştırılması için hemen yıkama işlemi uygulanır. Araştırmacılar yıkama işleminin elle ya da makina ile yapılabileceğini önemli olanın torbalardan berrak su akıncaya dek yıkama yapılması gerektiğini bildirmişlerdir (Huntingdon ve Givens, 1995; Vanzant ve ark., 1998).

2.2.1.7. Tüketilen rasyonun etkisi

Rumen ortamı, hayvana verilen rasyon formu tarafından önemli ölçüde etkilenir. *In situ* parçalanma üzerine rasyonun etkisi; rumen mikrobiyal ekosistemi üzerine etkisi, rasyonun fiziksel etkisi, *in situ* N gereksinimi ve rasyon karbonhidrat kaynağının etkisi şeklinde incelenebilir (Özkul, 2005). Yapılan çalışmalar, tüketilen rasyonun toplam bakteri sayısını etkilemediğini ancak rasyon değişikliklerine bağlı olarak rumendeki toplam florayı oluşturan mikrobiyal popülasyonda değişmelere yol açtığını ortaya koymuştur. Rumen kaslarının rumende asılı olan torbaları sıkıştırması sonucu torba içindeki sıvı değişiminin arttığı ve torba yüzeyi ile selülozlu maddeler arasındaki aşındırıcı temasın torba içindeki rumen sıvısı akışını iyileştirdiğini ortaya koymuştur. Huntingdon ve Givens (1995), *in situ* denemede kullanılan ruminant rasyonunda uzun lifli maddelere yer verilmesi gerektiğini bildirmişleridir.

Çoğu çalışmada, *in situ* KM parçalanabilirliklerine rumen NH_3-N konsantrasyonunun önemli etkisinin olmadığı bildirilmiş fakat (Mehrez ve Orskov, 1977), *in situ* parçalanmayı optimize etmek için 230 mg/lt'lik minimum rumen NH_3-N konsantrasyonunun gerektiğini bildirmektedir. Vanzant ve ark. (1998) da, rasyonun çözünebilir protein miktarının rumendeki proteolitik aktiviteyi etkilediğini, ortamda yavaş parçalanan protein varlığında parçalanma hızının yavaşladığını belirtmişler, çözünebilir protein miktarı ile proteinlerin parçalanma oranının yemin parçalanma karakteristiklerini etkileyebileceğini bildirmişlerdir.

Huntingdon ve Givens (1995), rasyonda yoğun yem miktarındaki artışın, fermentatif hızda meydana getirdiği artışa bağlı olarak oluşan pH düşüklüğü ile kaba yemin *in situ* parçalanabilirliğinin negatif etkilediğini bildirmişler ve en fazla N kaybının "30:70" kaba:kesif yem oranına sahip rasyonlarda meydana geldiğini bildirmişlerdir.

2.2.1.8. Hayvana (konakçı) bağlı etkiler

Sığır, koyun, keçi ve atlarda yapılan araştırmalarda, atlarda KM sindirilebilirliğinin öküze göre daha düşük olduğu, KM parçalanabilirliği bakımından öküz ve koyunlar arasında fark olmadığı ve sığır ile koyun arasındaki farklılıkların ise düşük kaliteli kaba yemler için daha fazla olabileceği ortaya konmuştur. Özkul (2005)'un bildirdiğine göre; özellikle farklı fizyolojik dönemlerde gözlenen rumen parametrelerindeki farklılıkların çoğunun, hayvanın besin madde gereksinimi ile rasyonun tipine bağlı olduğu bildirilmiştir. Ergin ruminant türleri arasındaki KM sindirilebilirliği açısından farklılıkların çok az olmakla birlikte yine de benzer tür hayvanlar kullanıldığında aynı fizyolojik dönemde olmasına dikkat edilmesi gerektiği ve yemler arasındaki KM kayıpları için optimum uygulamanın aynı ruminantta aynı periyotlarda tüm yemlerin inkübe edilmesi olduğu bildirilmektedir (Van der Koelen ve ark., 1992).

2.2.1.9. Parçalanma kinetiklerinin modelleştirilmesi

Rumende inkübe edilen bir yemin parçalanma kinetiği, zamanla torbadan meydana gelen KM ya da OM kayıpları $p=a+b(1–exp^{ct})$ şeklindeki doğrusal regresyon eğrisiyle tanımlanmaktadır (Orskovve McDonald, 1979). Bu eşitlikte; p, parçalanabilirliği; t, inkübasyon süresini; a, yemin suda hızlı çözünebilen kısımlarını; b, çözünemeyen fakat fermente olabilen kısımlarını; c, b fraksiyonunun parçalanma hız sabitini ve 1-(a+b) ise, bir yemin parçalanmayan kısmını ifade etmektedir. Bu eşitlikten, yemin potansiyel parçalanabilirliği tahmin edilse de rumendeki küçük partikül kayıplarına rumen akışının etkisi değerlendirilmemekte dolayısıyla parçalanabilirlik, olduğundan fazlan tahmin edilmektedir. Yemin rumen akış oranı ile eşitlikten türeyen sabitlerin birleşimini ifade eden etkin parçalanabilirliği, (EP)= a+(bc/c+k) eşitliği ile hesaplanmaktadır. Burada k, rumendeki küçük partikül akış oranını ifade etmektedir. Yemlerin potansiyel parçalanabikirlikleri ve etkin parçalanabilirliğini hesaplamak için alternatif modeller öne sürülmüşse de, daha çok Orskov ve McDonald (1979) tarafından ileri sürülen etkin parçalanabilirlik hesaplaması önerilmektedir (Huntingdon ve Givens, 1995).

In situ ölçümlerdeki değişkenliği minimize etmek ve daha güvenilir sonuçlar elde etmek için, farklı araştırıcıların önerileri doğrultusunda ortaya konan ve naylon torba tekniğinin uygulanmasını belli düzeyde standardize eden işlemlerin dikkate

alınarak çalışılması gerektiği bildirilmiş Özkul (2005) olup, standardize edilmiş *in situ* ölçüm önerileri Çizelge 2.2.'de Vanzant ve ark. (1998) tarafından bildirildiği gibidir.

Çizelge 2.2. Standardize edilmiş *in situ* ölçüm önerileri

Standartlar	**Öneriler**
Rasyon	
Tipi	%60-70 kaba yem
Yemleme düzeyi	Yaşama payı
Yemleme sıklığı	≥ 2 defa / gün
Torba	
Materyal tipi	Polyester
Gözenek büyüklüğü	40-60 µm
ÖB/YA	10 mg/cm^2
Örnek hazırlama	2.0 mm elek delik çapı (Wiley değirmeni)
Tekerrürler	
Hayvan sayısı	≥ 2
Gün sayısı	≥ 2
Torba sayısı	≥ 1
İnkübasyon işlemleri	
Ön inkübasyon	Gerekli değil
Ruminal pozisyon	Ventral rumen
Rumene torba giriş/çıkışı	Eşzamanlı
İnkübasyon süresi	Tanımlanacak eğriye göre
Yıkama işlemleri	Makine (1 dak./çalkalama olacak şekilde 5 dak.)
Matematik model	Yeterli tanımlayıcı veri setine göre en basit test

(Vanzant ve ark., 1998)

2.2.2. *In situ* metot ile ilgili literatür özetleri

Kirkpatrick ve Kennelly (1987) tarafından yapılan ve 6 adet rumen ve duedonum kanüllü Holstein düvenin kullanıldığı çalışmada arpa, kanola küspesi, SFK ve et-kemik ununun KM ve HP parçalanabilirlikleri incelenmiştir. Çalışmada farklı seviyelerde HP içeren 6 farklı rasyon kullanılmış olup SFK için %16.5 ve %19 HP içeren rasyonlar hazırlanmıştır. Araştırmacılar HP parçalanabilirliğinin belirlenmesinde *in situ* metotla naylon torbaları rumende 1, 3, 6, 9, 12, 15 ve 24 saatlik sürelerde inkübasyona bırakılmışlardır. Çalışma sonucunda SFK için kullanılan %16.5 ve %19 HP içeren rasyonlarda hızlı çözünen fraksiyon (a) sırasıyla; %15.5, %14.4 iken toplam rasyonda bu değerler sırasıyla %32.1 ile %31.8 olarak tespit edilmiştir. Rumende mikrobiyal aktiviteye bağlı HP kaybı (b) değeri ise %16.5 ve %19 HP içeren rasyonlarda sırasıyla %103.0, %99.4 iken toplam rasyonda bu değerler sırasıyla %70.5 ile %59.6 olarak belirlenmiştir. Araştırmada rumenden geçiş hız sabiti 0.05 s^{-1} olarak alınmış olup %16.5 ve %19 HP içeren rasyonlarda SFK'nın EP değerleri sırası ile %60.2 ve %64.4 olarak

belirlenmiş olup, toplam rasyonda bu değerler %67.7 ile %72.8 olarak hesaplanmıştır. Araştırmacılar sonuçta HP'in parçalanabilirliğinin rasyonda artan HP seviyesiyle birlikte arttığını bildirmişlerdir.

Madsen ve Hvelplund (1994) tarafından yapılan çalışmada; SFK, hindistan cevizi küspesi, arpa, pamuk tohumu küspesi ve balık ununun 17 ülkeyi temsil eden 23 laboratuvarda HP çözünürlüğü ile KM ve HP'in parçalanabilirlik değerleri belirlenmiştir. Yemlerin KM ve HP parçalanabilirliğinin belirlenmesinde naylon torba tekniği kullanılmış olup bu amaç için rumen kanüllü ineklerden ve koyunlardan yararlanılmıştır. Araştırmada 1.5-2.5 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülen 30-50 µm gözenek çapında naylon veya dakron kumaştan torbalar kullanılmıştır. Yem numuneleri 0, 2, 4, 8, 16, 24 ve 48 saatlik sürelerde hayvanların rumenlerinde inkübasyona bırakılmışlardır. Kullanılan yemlerden SFK'nın suda kolay çözünebilen fraksiyonu a, potansiyel olarak parçalanan kısım b ve b'nin parçalanma hız sabiti c sırası ile %16, %87.4 ve 0.01s^{-1} olarak belirlenmiştir. Rumenden geçiş hız sabitinin 0.08 s^{-1} olarak alındığı çalışmada SFK'nın HP parçalanabilirlik değerinin % 63 olduğu bildirilmiştir.

Sarıçiçek (1999), bazı bitkisel protein kaynaklarından fındık küspesi, SFK, ayçiçeği tohumu küspesi ve TYS'nın alkol ile muamele edilmesinin *in situ* rumen parçalanabilirliği üzerine etkisini belirlemek amacıyla planlanladığı çalışmada, 2 yaşında 3 baş Karakaya koçu kullanılmıştır. *In situ* denemede 8x14.5 cm ebatlarında ve 40-45µm gözenek çapına sahip naylon torbalar kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan yem hammaddeleri 4, 8, 12 ve 24 saatlik inkübasyona tabi tutulmuşlar ve inkübasyon sonrası herhangi bir muameleye maruz kalmamış SFK ve TYS'ye ait HP parçalanabilirlik parametrelerinden a (0. saat N kaybı) sırasıyla %17.22 ve 5.39; b (rumende mikrobiyal aktiviteye bağlı N kaybı) %76.26, 72.48; a+b (toplam parçalanabilirliği (asimtot değeri)) %93.48 ve 77.87; c (N'un parçalanma hız sabiti) ise 8.90%/s ve 7.80%/s olarak hesaplanmıştır. Muamele görmemiş SFK'nın rumenden akış hız sabitleri %0.02, 0.05 ve 0.08 olarak alındığında EP değerleri sırasıyla %79.3, 65.8 ve 57.15 olarak belirlenmiştir. Muamele görmemiş TYS'nın ise rumenden akış hız sabitleri %0.02, 0.05 ve 0.08 olarak alındığında EP değerleri sırasıyla %62.55, 49.05 ve 40.65 olarak tespit edilmiştir.

NRC (2001) tarafından; canlı ağırlıklarının % 2'si düzeyinde %25 kaba yem ve canlı ağırlıklarının % 4'ü düzeyinde %50 kaba yem tüketen ruminantlarda RDP miktarı sırasıyla, ekspeller SFK'da (%45 HP); %42 ve %31, solvent SFK'da (%44 HP); %75.7

ve %65.4, solvent SFK'da (% 48 HP) %69.2 ve %57.4, işlem görmemiş SFK'da %78.5 ve %69.6, kavrulmuş SFK'da ise %70.9 ve %60.6 olduğu bildirilmiştir. Parçalanabilirlik parametrelerinden olan suda kolay çözünebilen fraksiyon a, potansiyel olarak parçalanan kısım b, b'nin parçalanma hız sabiti c değerleri sırası ile ekspeller SFK'da (%45 HP); %8.7, %91.3 ve %0.0, solvent SFK'da (%44 HP); %22.5, %76.8 ve %0.7, solvent SFK'da (%48 HP); %15, %84.4 ve %0.6, işlem görmemiş SFK'da; %27.8, %70.2 ve %2.0, kavrulmuş SFK'da ise; %17.8, %77.0 ve %5.2 olduğu bildirilmiştir.

González ve ark. (2002); 3 adet rumen kanüllü koç kullanarak yaptıkları çalışmalarında SFK'nın ve ısıl işlem görmüş tam yağlı soya (ITYS)'nın rumende parçalanabilirlik özellikleri belirlemek amacıyla *in situ* teknikleri kullanmışlardır. Bu amaç için 46 µm gözenek büyüklüğünde 11x7 cm ebatlarında naylon torba ile çalışılmış, rumende inkübasyona tabi tutulacak bu torbaların her birinin içerisine 2mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş 3 g yem numunesi konulmuştur. Naylon torbalar 2, 4, 8, 16, 24 ve 48 saatlik sürelerde rumende inkübasyona bırakılmışlardır. Çalışmada kullanılan SFK örneklerine ait a (hızlı çözünen fraksiyon) %17.8-30.1, b (potansiyel olarak parçalanan kısım) % 69.9-82.2 ve c (b'nin parçalanma hız sabiti) ise 0.0416-0.0600 s^{-1} olarak belirlenmiş olup; ITYS örneklerine ait a, b ve c değerleri ise yine aynı sıra ile 14.9-36.1; 63.9-85.1 ve 0.0466-0.0620 s^{-1} olarak belirlenmiştir. Rumenden geçiş hız sabitinin 0.05s^{-1} olarak varsayıldığı çalışmada EP değerleri SFK için % 46.0-67.0, TYS için ise % 57.3-71.3 olarak bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda kullanılan soya ürünlerinin ruminantlar için protein değerinin, HP'nin rumende EP değerinin azalmasıyla artış gösterdiğini bildirmişler, bunun ise ısıl işlemle sağlanabileceğini belirtmişlerdir.

Woods ve ark. (2003); Avrupa ülkelerinde ruminant beslemede yaygın olarak kullanılan protein, enerji ve protein+enerji konsantre yemlerinin rumende parçalanabilen protein oranlarını belirlemek amacı ile yaptıkları *in situ* çalışmada ot silajı ve konsantre yem ile beslenen 4 adet sığır kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan yem hammaddeleri 0, 2, 4, 8, 14, 24 ve 48 saatlik sürelerde rumende inkübasyona tabi tutulmuşlardır. Parçalanabilirlik parametrelerinin belirlenmesinde Orskovve McDonald (1979) tarafından önerilen model kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan protein konsantre yemlerinden SFK'nın parçalanabilirlik parametrelerinden a (yıkanmaya bağlı çözünebilen fraksiyon) %12.94, potansiyel olarak parçalanan HP fraksiyonu b %83.02, b'nin zamana karşı parçalanabilirlik derecesi c 0.15s^{-1} olarak hesaplanmıştır. Rumenden

geçiş hız sabiti 0.02, 0.05, 0.06 ve 0.08 bazalınarak hesaplanan EP değeri sırası ile %85.28, %73.82, %70.80 ve %65.60'tır. Sonuç olarak; araştırmacılar yüksek protein içeriğine sahip yem hammaddelerinin rumende parçalanmayıp incebağırsaklarda sindirilerek esansiyel aminoasit sağlıyorsa ruminant besleme için ilgi çekici olabileceğini bildirmişlerdir. Yem hammaddelerinin içeriklerinin ve kalitesinin kaynaktan kaynağa farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar inceledikleri parçalanabilirlik parametrelerinin yem kaynaklarından etkilendiği, bu farklılığında özellikle küspelerde üretim teknolojisindeki farklılıklardan kaynaklandığı bildirilmiştir. Bu sebepten dolayı bu tip yemlerin HP parçalanabilirliklerinin sabit olamayacağı kanısına varmışlardır.

Yörük ve ark. (2003) tarafından yapılan çalışmada; farklı düzeylerdeki formaldehit ile muamele edilen SFK'nın rumendeki KM, HP, etkin kuru madde ve INS_E ile bunlara ait parçalanma parametreleri (a, b, a+b, c) üzerine etkisini incelemek amacıyla 2 yaşlı 4 baş Morkaraman koç kullanılmıştır. Araştırmacılar çalışmalarında 7x12 ebatında 40µm gözenek ölçülü naylon keseler kullanmışlardır. Bu torbalara yem numunelerinden 4 gr tartılarak konulmuş ve 2, 4, 8, 16, 24 ve 48 saatlik sürelerde rumende inkubasyona tabi tutulmuştur. Muamelesiz SFK'nin 48 saatlik inkubasyonda ham protein parçalanabilirliği %87.67 olarak bulunmuştur ($P<0.01$). Çalışmada parçalanma parametrelerinin de (b, a+b) muamelelerden önemli derecede etkilendiği saptanmıştır ($P<0.05$).

Deniz ve ark. (2004), ruminantların beslenmesinde yaygın olarak kullanılan bazı protein kaynağı yem hammaddelerinin (ayçiçeği küspesi, pamuk tohumu küspesi ve SFK) rumende parçalanabilirlik özelliklerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada üç baş rumen kanüllü koç kullanmışlar ve hayvanlar deneme süresince KM ihtiyaçları düzeyinde yonca ve konsantre yem karışımı (%60 yonca, %40 konsantre yem) ile beslenmişlerdir. Denemede kullanılan yem örnekleri 2 mm'lik elek takılı değirmende öğütülmüş ve gözenek büyüklüğü 45 µm olan ve 15x7 cm ebatlarında dakron kumaştan dikilmiş torbalarda 0, 2, 4, 8, 12, 24 ve 48 saat süreyle rumende inkube edilmiştir. Yem örneklerinin rumen KM parçalanabilirliği bütün inkübasyon saatleri için SFK örneklerinde diğer numunelerden daha yüksek bulunmuştur. Deneme sonucunda SFK'nın HP parçalanabilirliği 8. ve 48. saatler için sırasıyla %66.06 ve %91.51 olarak tespit edilmiştir. Çalışmada, SFK'nın suda çözünebilen protein oranı %35.79, potansiyel parçalanabilir protein oranı %55.72, parçalanmayan protein oranı %8.49, bypass protein oranı %33,55 olarak bulunmuştur.

Griffiths (2004), bakla, TYS, tam yağlı kanola çekirdekleri, SFK, kanola küspesi, ayçiçeği küspesi ve bunlara bir ısıl işlem olan ekstrüzyon uygulamasının KM ve HP parçalanabilirlik parametreleri üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yaptığı *in situ* çalışmada 4 adet laktasyonda olmayan rumen kanüllü Holstein inek kullanılmış olup inekler aynı bazal rasyon ile beslenmişlerdir. Gözenek büyüklüğü 53µm, ebatları ise 10x20 cm olan naylon torbalara 2 mm elekten geçecek şekilde öğütülüp 8'er g konan yem örnekleri; 0, 2, 4, 8, 16, 24 ve 48. saat süreyle inkübe edilmiştir. TYS, ekstrüde soya, SFK ve ekstrüde SFK numunelerinin *in situ* HP parçalanabilirlik parametreleri rumenden geçiş hız sabiti 0.08 varsayılarak hesaplanan EP değeri sırasıyla %73.8, %39.9, %52.9, %30.6 olarak belirlenmiş olup, rumenden geçiş hız sabiti 0.0625 varsayılarak hesaplanan EP değeri ise yine aynı sıra ile %76.9, %42.7, %57.3, %34.5 olarak belirlenmiştir. Araştırmacı; ekstrüzyonun bitkisel protein kaynaklarının rumen parçalanabilirlik değerlerini düşürmede ısıl işlem zarar oluşturmuyorsa faydalı bir metot olduğunu bildirmiştir. Protein kaynaklarının yüksek rumen parçalanabilirliklerinden dolayı rasyonlarda sınırlı miktarlarda kullanıldığını, ekstrüzyonun bu kaynakların daha yüksek seviyelerde kullanımına olanak sağladığını belirtmiştir.

Nowak ve ark. (2005); işlem görmemiş TYS (E_0) ile 145°C (E_{145}), 155°C (E_{155}) ve 165°C (E_{165})'de ısıl işlem görmüş ES'lerin rumende parçalanabilirlikleri ve incebağırsakta sindirilebilirliklerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada iki adet rumen kanüllü Jersey ırkı sığır kullanmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarında KM ve HP parçalanabilirlikleri; rumene sarkıtılan ile 2, 4, 8, 16, 24 ve 48. inkübasyon saatlerinde ve rumenden geçiş oranı $0.06s^{-1}$ baz alınarak EP değerleri hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan inekler %30 konsantre yem %70 çayırotu içeren rasyon ile beslenmişlerdir. Isıl işlem görmüş bütün gruplarda KM ve HP'in hızlı parçalanabilen fraksiyonları (a), parçalanabilirlik oranları (c) ve yavaş parçalanan fraksiyonlarında (b) istatistiksel olarak önemli azalmalar gözlenmiştir ($P<0.05$). Denemede kullanılan TYS (E_0, E_{145}, E_{155} ve E_{165}) örneklerinin EP değerleri sırası ile %83.10, %50.80, %50.26 ve %44.03 olarak tespit edilmiştir. Soya fasulyelerine uygulanan bütün sıcaklık değerlerinde EP istatistiksel olarak önemli seviyede düşüşler göstermiştir ($P<0.05$).

Sacakli ve ark. (2011) tarafından SFK, işlem görmüş TYS ve soya çekirdeklerine (SÇ) ksiloz ilavesinin 4 adet rumen kanüllü Merinos koçlarının rumen KM ve HP parçalanabilirlik değerlerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, kullanılan yem hammaddeleri 3mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüşlerdir. Araştırmacılar çalışmada 9x14 cm ebatlarında gözenek büyüklüğü 45 µm olan naylon

torbalar kullanmışlardır. Çalışmada 2, 4, 8, 16, 24 ve 48. saatlerde inkübasyona tabi tutulacak her bir naylon torbanın içine 5 g çalışılacak yem hammaddesi konulmuştur. Ksiloz ilave edilmemiş SFK, TYS ve SÇ' nin parçalanabilirlik özelliklerinden a (hızlı çözünen fraksiyon) sırasıyla %14.3, %18.4 ve %8.6; b (potansiyel olarak parçalanan kısım) sırasıyla %83.2, %77.8 ve %90.6 ve c (b'nin parçalanma hız sabiti) ise sırasıyla 0.046, 0.058 ve 0.055 s^{-1} olarak tespit edilmiştir. Rumenden geçiş hız sabiti 0.05 varsayılarak hesaplanan EP değerleri ise SFK'nın %54.1, TYS'nın %59.5 ve SÇ'nin %56.1 olarak hesaplanmıştır.

2.3. *In vitro* Metot

In vitro metotlar, *in situ* ve in vivo metotlara göre daha az maliyetle gerçekleşmekte olup, mikrobiyal parçalanma metabolitleri ile kalan kısmın her ikisinin birden analizine olanak sağlamaktadırlar. *In vitro* metotlar, yemlerin parçalanabilirliklerinde etkili olan mikrobiyal faktörler, hayvan faktörleri ve çevresel etmenler gibi çeşitli faktörlerin kontrolüne de olanak sağlayabilmekte olup, yemlerin KM ve HP parçalanabiklirliklerinin belirlenmesinde standardizasyona olanak sağlamaktadırlar. Geçmiş yıllarda *in situ* metota alternatif olarak birçok *in vitro* metot kullanılmıştır. Bu metotlar, tampon çözeltiler ile kimyasal çözeltilerin kulladıldığı *in vitro* metotlar, *in vitro* gaz üretim tekniği, gübrenin kullanıldığı *in vitro* metot ve enzimlerin kullanıldığı *in vitro* metotlar olmak üzere çeşitli farklı ölçüm yöntemlerine dayanmaktadır. Bu çalışmada *in vitro* enzimatik yöntemin kullanılmasından dolayı bu mettotla ilgili bilgiler verilecektir.

2.3.1. Enzimlerin kullanıldığı *in vitro* metotlar

Araştırmacılar tarafından yem hammaddelerinin sindirilebilirliğinin tahmininde kullanılabilecek birçok enzimatik metot önerilmektedir. Bu metotlarda kullanılan enzimlerin miktarlarında, yapılarında ve enzimlerin etki edeceği yemlerde farklılıklar mevcut olup, kimyasal veya enzimatik ön işlemin gerekli olup olmayacağı ile ilgili de farklılıklar mevcuttur (Aufrère ve ark., 1991). Enzimatik metotlar tarımsal gıda endüstrisi tarafından konsantre yem ve yem karmalarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Farklı yemler için *in vitro* metotlar karşılaştırıldığında enzimlerin spesifikliği ve enzimlerin daha iyi aktiviteye sahip olabilecekleri için enzimatik metot ile parçalanabilirlik tahmini kimyasal metoda göre daha yüksektir. Özellikle ticari

proteazların kullanıldığı yöntemler işgücü ve zaman açısından avantaj sağlamakta olup, farklı orijinlere sahip proteazlar bazı araştırmacılar tarafından rumende protein parçalanabilirliğinin belirlenmesi amacıyla denenmiştir. En yaygın olarak kullanılanı *Streptomyces griseus*'tan ekstrakte edilen proteaz enzimi olmuştur (Krishnamoorthy ve ark., 1983; Chaudhry, 2005; Chaudhry, 2007).

Bazı yemlerde HP parçalanabilirliğinin belirlenmesinde kullanılan ticari proteazlar naylon torba tekniği ile karşılaştırılmıştır (Poos-Floyd ve ark., 1985). Bu amaç için; 0.5M sodyum klorür, %10 Burroughs çözeltisi, 0.02 N sodyum hidroksit, sıcak su ve bikarbonat-fosfat tampon çözeltisinin olduğu beş farklı protein çözünebilirlik yöntemi, *in situ* yöntem ve *Streptomyces griseus*'tan ekstrakte edilen ticari bir proteaz enzimi (*Streptomyces griseus*, Type VI. Sigma), papain, ficin ve bromelain isimli bitkisel proteazlar ile *Aspergillus oryzae'*den ekstrakte edilen proteaz gibi beş farklı ticari proteolitik enzimlerin kullanıldığı *in vitro* yöntem kullanılmıştır. Sıcak suda, %10 Burroughs çözeltisinde ve bikarbonatın fosfat tampon çözeltisinde protein çözünebilirlikleri ile *in vitro* protein parçalanabilirlikleri arasında yakın ilişkiler gözlenmiştir (r=0.86, 0.69, 0.87). Bütün proteolitik enzimlerin 1. ve 4. saatlerdeki inkübasyonları protein parçalanabilirliği ile istatistiksel açıdan önemli derecede korelasyonlar vermişlerdir. Araştırmacılar; 1 saatlik *in vitro* proteaz inkübasyonundan sonra yemde kalan azot ile naylon torbada parçalanmadan kalan azot fraksiyonu arasındaki korelasyonu 0.82 olarak belirlemişlerdir. *In vitro* ve *in situ* protein parçalanabilirlikleri arasındaki korelasyonun enzim inkübasyon süresinin artması ile azaldığı bildirilmiştir. Proteaz ile parçalanabilirlik naylon torba tekniği ile gözlenen parçalanabilirlikten farklılık göstermesine rağmen bütün enzimatik parçalanmalar ile *in situ* metot arasında istatistiksel açıdan önemli ilişkiler bulunmuştur. Bu da yemlerin parçalanabilirlik değerleri arasındaki farklılıkların belirlenmesinde enzimlerin kullanımını mümkün kılmaktadır.

Streptomyces griseus'tan ekstrakte edilen proteaz enzimi yemlerin protein parçalanabilirliklerinin belirlenmesinde kullanılan popular bir enzim olup, enzimin çalışması için gereken optimum pH değeri 8'dir. Bu değer rumen pH'sından yüksektir. Araştırmacılar iki farklı pH'da çalışmışlar; rumen pH'sında yapılan çalışmada aktivitede azalma veya makul aktivite oluşmuş (Chaudhry, 2005; Chaudhry, 2007), rumen pH'sından yüksek pH'da yapılan çalışmada ise yüksek veya optimum aktivite sağlanmıştır.

Çizelge 2.3. Yemlerin *in vitro* parçalanabilirliklerinin belirlenmesinde farklı araştırmacılar tarafından kullanılan ticari enzimler

Kullanılan Enzimler	pH	Zaman (Saat)	Referanslar
Proteaz	8.0	1	(Krishnamoorthy ve ark., 1983)
(*Streptomyces griseus*)	6.7	18 (A), 48 (B)	(Roe ve ark., 1991)
	8.0	18 (A), 48 (B)	(Licitra ve ark., 1998)
	7.5	48 (B)	(Wohlt ve ark., 1973)
	6.7	18 (A) ve 30, 48 (B)	(Licitra ve ark., 1999)
	6.8	0-30	(Chaudhry, 2005; Chaudhry, 2007)
	7.4	26	(Kopečný ve ark., 1989)
	5-7	1, 4, 8, ve 24	(Poos-Floyd ve ark., 1985)
	8.0	1, 6, 24 ve 70	(Cone ve ark., 1996)
Ficin (*Ficus glabrata*)	5-7	1, 4, 8 ve 24	(Poos-Floyd ve ark., 1985)
Papain (*Corica papaya*)	6.8	0-30	(Chaudhry, 2005)
	5-7	1, 4, 8 ve 24	(Poos-Floyd ve ark., 1985)
Bromelain (*Ananas comosus*)	5-7	1, 4, 8 ve 24	(Poos-Floyd ve ark., 1985)
Protease (*Aspergillus oryzae*)	5-7	1, 4, 8 ve 24	(Poos-Floyd ve ark., 1985)

A: Kesif Yem; B: Kaba Yem (Mohamed ve Chaudhry, 2008)

Rumende parçalanmayan protein miktarını belirlemek için uygulanan *in vitro* metotta yemlerdeki peptid bağlarının parçalanması için her g örnek için *Streptomyces griseus*'tan ekstrakte edilen 6.6 IU proteaz enzimi kullanılması gerektiği bildirilmiştir (Krishnamoorthy ve ark., 1983). Ayrıca fosfat tampon çözeltisinin pH 6.7 değeri ile yemlerdeki ham proteinin enzimatik parçalanabilirliklerinde daha etkili olduğunu, konsantre yemler için 18, kaba yemler için 48 saatlik inkübasyondan sonra çözünmeden kalan bütün proteinlerin rumende parçalanma potansiyeli olmayan protein olarak kabul edilebileceğini bildirmişlerdir (Roe ve ark., 1991). Daha sonraki yıllarda bu metotla ilgi farklı öneriler sunulmuş (Licitra ve ark., 1999) araştırmacılar çalışmalarında sabit bir enzim oranı kullanmışlar ve gerçek proteini tungstik asit çözeltisi ile belirlemişlerdir. Araştırmacılar orijinal prosedür ile kıyaslama yaptıkları bu yeni metotta N parçalanabilirliğinin belirlenmesi üzerinde istatistiksel açıdan önemli farklılıklar bulmuşlardır. Ayrıca pH'nın 6.7'den 8.0'e çıkartılması ile daha yüksek parçalanabilirlik değerlerine ulaşmışlardır. Bu metotun Krishnamoorthy ve ark. (1983)' ın uyguladığı metotdan farkı enzimatik aktivite için optimum pH'nın 8 olması olmuştur.

2.3.2. *In vitro* metot ile ilgili litaratür özetleri

Krishnamoorthy ve ark. (1983); *Streptomyces griseus*'tan ekstrakte edilen proteaz enzimi kullanarak yaptıkları *in vitro* çalışmada 12 farklı konsantre yem karışımının rumende parçalanmayan protein miktarlarını belirlemişlerdir. Araştırmacılar rumen sıvısına benzer proteolitik aktivite sağlamak amacıyla 0.066 units/ml proteaz enzim konsantrasyonunun kullanıldığı *in vitro* çalışmalarında; deneme yemleri proteaz

enziminin kullanıldığı rumen sıvısına benzer bir solisyonda 18 ve 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında kalan N rumende parçalanmayan N olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar farklı yem hammaddelerinin rumende parçalanmayan N miktarlarının belirlenmesinde kullanılan proteaz enzimi metotunun basit, hızlı ve hassas bir metot olabileceğini ve $22x10^{-3}$ units/ml proteaz soliüsyonunun kulladıldığı teknikte varyasyon katsayısının %7'den düşük olduğunu ve iyi bir tekrarlanabilirlik gösterdiğini belirtmişlerdir. Çalışmada kullanılan yemlerden olan soya küspesine ait araştırma sonuçları ile ilgili veriler aşağıdaki tablolarda sunulmuştur.

Çizelge 2.4. Soya küspesinin 6.6 units/ml ve $22x10^{-3}$ units/ml proteaz solüsyonlarında farklı inkübasyon zamanlarından sonra kalan N miktarları

İnkübasyon Saatleri	6.6 units/ml proteaz solüsyonunda		$22x10^{-3}$ units/ml proteaz solüsyonunda	
	Kalan N (% toplam N)	Çözünen N (% toplam N)	Kalan N (% toplam N)	Çözünen N (% toplam N)
0	88.1	11.9	-	-
0.25	49.2	50.8	-	-
0.50	35.1	64.9	81.3	18.7
1	18.7	81.3	79.6	20.4
2	9.1	90.9	15.5	84.5
4	5.2	94.8	70.4	29.6
6	-	-	65.5	34.5
8	2.6	97.4	60.9	39.1
10	-	-	56.1	43.9
12	1.9	98.1	-	-
17	1.7	98.3	-	-
18	-	-	46.0	54.0
24	1.1	98.9	39.3	60.7
28	-	-	36.8	63.2
32	1.2	98.8	33.7	66.3
40	1.2	98.8	-	-
48	0.9	99.1	27.5	72.5

(Krishnamoorthy ve ark., 1983)

Susmel ve ark. (1989) tarafın yapılan ve ruminantların beslenmesinde yaygın olarak kullanılan 16 adet ticari yem karmasının *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlik değerlerini karşılaştırdıkları çalışmalarının *in vitro* kısmında *Streptomyces griseus*' tan ekstrakte edilen proteaz enzimi kullanmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre; mısır küspesi ve kaba yemler dışındaki yem hammaddelerinin 1 saatlik enzimatik protein parçalanabilirlik değerleri *in situ* protein parçalanabilirlik değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. İnkübasyonun 24. saatindeki enzimatik protein parçalanabilirlik değerleri ise *in situ* protein parçalanabilirlik değerlerinden daha düşük bulunmuştur (hayvansal proteinler hariç). Araştırmacılar *in situ* etkin protein parçalanabilirlik değerleri ile enzimatik protein parçalanabilirlik değerleri arasında

yüksek korrelasyonların olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda 16 farklı yem hammaddesinin INV_1 ve INV_{24} ile INS_E arasında çoklu regresyon analizleri ile pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu belirtilmiştir. Elde ettikleri çoklu regresyon denklemi aşağıdaki gibidir.

$$INS_E = 0.78 \times INV_1 - 0.10 \times INV_{24} + 33.5 \quad (r=0.61, RSE=2.32) \qquad (2.1)$$

Aufrère ve ark. (1991); konsantre yemlerin *in situ* protein parçalanabilirliklerinin tahmininde kullanılabilecek uygun bir laboratuvar metotu bulmak için yaptıkları çalışmanın *in situ* kısmında 46 µm gözenek çapında, 6x11cm ebatlarında kullanılan naylon torbalara 0.8 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş yem hammaddeleri 3 gr olacak şekilde tartılarak konulmuş ve 2, 4, 8, 16 ve 24. saatlik sürelerde rumende inkübasyona bırakılmışlardır. *In vitro* kısımda ise; 26 yem maddesi ve 49 ticari yem karmasından oluşan toplam 97 adet konsantre yem örneğinin fosfat tampon çözeltisinde (pH 6.9) çözünebilirliği ve borat fosfat tampon çözeltisinde (pH 8.0) *Streptomyces griseustan*'tan ekstrakte edilen proteaz ile 1. ve 24. saatin sonrasındaki hidrolizasyonları incelenmiştir. Araştırmacılar 97 adet yemin *in situ* protein parçalanabilirliğinin enzimatik metotla 1 saatlik enzimatik parçalanma değerinden (EP_1) oldukça iyi bir doğrulukta tahmin edilebileceğini bildirmişlerdir. Elde edilen denklem, denklemin korelasyon katsayısı (r) ve standart sapması (RSD) aşağıda bildirildiği gibidir.

$$Y = 0.479 + 0.364\ EP_1 \qquad (r=0.986, RSD = 0.030) \qquad (2.2)$$

Çalışmada 24 saatlik enzimatik parçalanma (EP_{24}) denklemi ise aşağıdaki gibi olmuştur.

$$Y = 0.400 + 0.331\ EP_1 + 0.157\ EP_{24} \quad (r = 0.986, RSD = 0.030) \qquad (2.3)$$

Denklem her yem tipine göre kurulduğunda tahmindeki isabetin arttığını ve yağlı tohum küspeleri için oluşturulan regresyon denklemlerini aşağıdaki şakilde kurulabileceği bildirmişlerdir.

$$Y = 0.478 + 0.39\ EP_1 \qquad (r = 0.987, RSD = 0.026) \qquad (2.4)$$

$$Y = 0.155 + 0.37\ EP_1 + 0.50\ EP_{24} \qquad (r = 0.990, RSD = 0.023) \qquad (2.5)$$

Yem karışımlarında sadece EP_1 kullanıldığında bile, enzimatik yöntemle *in situ* parçalanabilirliğin çok daha isabetli bir şekilde tahmin edilebildiği bildirilmiş ve aşağıdaki denklem bulunmuştur.

$$Y = 0.344 + 0.87\ EP_1 \qquad (r= 0.955, RSD = 0.025) \qquad (2.6)$$

Bir saatlik enzimatik parçalanabilirlikten *in situ* parçalanabilirliğin tahmin edildiği soya fasulyesi küspesine ait regresyon denklemi ise aşağıda verilmiştir.

$$Y=0.506 + 0.40EP_1 \qquad (r=0.715, RSD = 0.024) \qquad (2.7)$$

Araştırmacılar *in situ* protein parçalanabilirliği ile 1 saat sonraki enzimatik parçalanabilirlik (EP_1) arasındaki korelasyonun 24 saatlik enzimatik parçalanabilirlikten (EP_{24}) daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir (r=0.915, r=0.848).

Aufrère ve ark. (1991) tarafından TYS ve SFK'nın çözünebilirlikleri (Ç), enzimatik parçalanabilirlikleri (EP_1, EP_{24}) ve *in situ* parçalanabilirliklerine (INS) ait değerler aşağıdaki tabloda bildirilmiştir.

Çizelge 2.5. Tam yağlı soya ve soya küspesinin çözünebilirlik, enzimatik parçalanabilirlik ve *in situ* parçalanabilirlik değerleri

Yem örnekleri	Örnek sayısı	Ç	EP_1	EP_{24}	INS
TYS	3	0.35	0.79	0.86	0.90
SFK	12	0.14	0.36	0.78	0.65

Ç: Çözünebilirlik değeri, EP_1: 1 saat sonraki enzimatik parçalanabilirlik değeri, EP_{24}: 24 saat sonraki enzimatik parçalanabilirlik değeri, INS: *in situ* parçalanabilirlik değeri (Aufrère ve ark., 1991)

Roe ve ark. (1991)' ı S*treptomyces griseus,* fisin ve amilaz içeren nötral proteazların kullanıldığı *in vitro*dan *in situ* protein parçalanabilirliğinin tahmin edilebileceği metotları değerlendirmişlerdir. Çalışmada kavrulmuş soya fasulyesi (RSB), işlem görmemiş soya fasulyesi (SB), solvent soya fasulyesi küspesi (SBM) ile expeller soya fasulyesi küspesi (SP)'nden oluşan 4 tip soya kaynağı ile iki tip damıtılmış tahıl ürünleri kullanılmışlardır. *In vitro* yöntem ile *in situ* yöntem karşılaştırılmış ve *in vitro* ile tahmin edilen parçalanabilirlik değerlerinin *in situ* ile tahmin edilen parçalanabilirlik değerleri ile uyuşmadığı görülmüştür. Amilaz içeren nötral proteaz metotu ile deneme yemlerinin 24 saatlik HP parçalanabilirlikleri *in situ* ile en yakın sonucu vermiştir. Ficin ve *Streptomyces griseus* ile *in situ* parçalanabilirlikler arasındaki ilişki küçük olmuştur. Aşağıdaki tabloda çalışmada

kullanılan soya tiplerine ait 24. inkübasyon saatinden sonra kalan yemlere ait ait *in situ* ve *in vitro* değerler verilmiştir.

Çizelge 2.6. Soya tiplerine ait *in situ* ve *in vitro* 24. saat inkübasyon sonrasında parçalanmadan kalan HP miktarları

Yemler	***In situ* metot**	***Streptomyces griseus***	**Nötral proteaz+amilaz**
		HP (%)	
RSB	92.5	43.5	41.3
SB	99.3	52.2	72.3
SBM	87.8	73.3	66.4
SP	57.1	65.9	38.8

RSB: Kavrulmuş soya fasulyesi, SB: İşlem görmemiş soya fasulyesi, SBM: Solvent soya fasulyesi küspesi, SP: Expeller soya fasulyesi küspesi (Roe ve ark., 1991)

Çalışmada soya tiplerinin 0, 0.5, 1, 2, 4, 8, 12, 24 ve 48. inkübasyon saatlerinde parçalanmadan kalan %HP' lerin *in vitro*'dan *in situ* tahminini veren (*Streptomyces griseus* metotu ile) regresyon denklemleri aşağıdaki gibidir.

RSB için;

İn situ = - 106.72 + 2.27 (*Streptomyces griseus*) (r:0.82; RSE:0.37) (2.8)

SB için;

İn situ = -171.96 + 2.27 (*Streptomyces griseus*) (r:0.58; RSE:1.22) (2.9)

SBM için;

İn situ = -14.79 + 1.53 (*Streptomyces griseus*) (r:0.78; RSE:0.29) (2.10)

SP için ise;

İn situ = 6.41 + 1.00 (*Streptomyces griseus*) (r:94; RSE:0.09) (2.11)

Aufrère ve ark. (1994); SFK ve yem bezelyesinin protein parçalanabilirliğini belirlemek amacıyla *in situ* metot ve *Stroptomyces griseus*'dan ekstrakte edilen proteolitik enzimin kullanıldığı bir laboratuvar metotu ile çalışmışlardır. *In situ* metot ile yapılan çalışmada 2 adet inek kullanılmış ve 0 ile 48. saat arasındaki rumen N parçalanabilirlikleri belirlenmiştir. Çalışmada SFK'nın teorik parçalanabilirliği %70 olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar rumendeki enzim karışımlarının *in vitro* aktivitesinin taklidinin zor bir iş olduğunu, çıkan sonuçların rumen sıvısı ile direkt ölçümlerinin karşılaştırılması gerektiğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. *In Situ* Araştırma

3.1.1. Materyal

3.1.1.1. Hayvan materyali

In situ denemede; Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve Eğitim Merkezi Sığırcılık işletmesinde bulunan canlı ağırlıkları 550±30 kg arasında değişen, 5 yaşlı, damızlık değeri olmayan, rumen kanüllü 3 baş sağlıklı Siyah Alaca inek kullanılmıştır (Resim3.1.).



Resim 3.1. Araştırmada kullanılan rumen kanüllü 3 baş Siyah Alaca inek

3.1.1.2. Yem materyali

Yem materyali olarak, tam yağlı soya, soya fasulyesi küspesi ve ekstrude soya kullanılmıştır. Tam yağlı soya, soya fasulyesi küspesi ve ekstrude soya ülkemizin çeşitli illerinde bulunan yem fabrikalarından ve yem tedarikçilerinden örnek alma yolu ile

temin edilmiştir. Tam yağlı soya, soya fasulyesi küspesi ve ekstrude soyanın her biri için 10 ayrı örnek ile çalışılmıştır.

Çizelge 3.1, 3.2 ve 3.3'te ülkemizin çeşitli illerinde bulunan yem fabrikalarından ve yem tedarikçilerinden temin edilen 10 adet TYS, 10 adet SFK ve 10 adet ES örneklerinin, Çizelge 3.4'te ise deneme hayvanlarına yedirilen yonca kuru otu, arpa samanı ve dane yem karışımına ait ham besin madde bileşimleri verilmiştir. Dane yem karışımı; %79.1 arpa, %9.5 mısır, %9.5 kepek, %1.58 tuz ile %0.32 vitamin+mineral karışımından oluşmaktadır.

Çizelge 3.1. Çeşitli yem tedarikçilerinden toplanmış olan 10 adet işlem görmemiş TYS örneklerinin ham besin madde bileşimleri (Ort. ± SEM, %KM)

YEMLER	KM	HK	HP	HY	NDF	ADF	ADL	HS
TYS_1	90.30	4.71	40.93	19.14	16.22	13.09	1.33	10.85
TYS_2	89.60	4.97	40.60	20.99	15.70	12.36	1.75	9.99
TYS_3	88.10	5.13	41.68	22.16	15.28	10.79	1.44	8.74
TYS_4	90.33	4.64	40.68	19.58	15.46	12.45	1.90	10.90
TYS_5	89.79	4.83	42.28	20.80	14.77	11.98	1.93	10.47
TYS_6	89.59	4.64	41.68	22.28	14.93	12.52	1.33	9.93
TYS_7	89.24	4.50	39.93	15.82	14.87	12.58	1.71	10.42
TYS_8	91.39	5.30	39.32	20.99	13.59	13.77	1.15	10.56
TYS_9	92.14	5.13	39.76	21.07	13.07	12.11	0.89	9.18
TYS_{10}	89.74	5.59	32.86	19.02	14.73	13.00	0.68	9.89
ORTALAMA	**90.02±0.32**	**4.94±0.10**	**39.97±0.76**	**20.19±0.55**	**14.86±0.27**	**12.46±0.23**	**1.41±0.12**	**10.09±0.20**

TYS: tam yağlı soya, KM: kuru madde, HK: ham kül, HY: ham yağ, NDF: nötr çözeltilerde çözünmeyen lifli bileşikler, ADF: asit çözeltilerde çözünmeyen lifli bileşikler, ADL: asit çözeltilerde çözünmeyen lignin, HS: ham selüloz

Çizelge 3.2. Çeşitli yem tedarikçilerinden toplanmış olan 10 adet SFK örneklerinin ham besin madde bileşimleri (Ort. ± SEM, % KM)

YEMLER	KM	HK	HP	HY	NDF	ADF	ADL	HS
SFK_1	87.70	6.22	53.24	1.01	8.54	6.15	1.16	4.33
SFK $_2$	89.26	6.29	52.21	0.53	7.65	6.44	1.64	3.75
SFK_3	89.28	6.10	51.64	1.18	15.46	10.16	0.89	8.01
SFK_4	87.26	6.15	54.71	1.04	9.54	5.82	0.65	5.04
SFK_5	90.38	6.42	52.35	0.65	14.74	9.33	0.84	6.58
SFK_6	90.47	6.20	52.40	0.60	8.82	6.28	0.57	4.09
SFK_7	85.08	6.53	53.06	0.33	13.75	8.27	0.54	5.29
SFK_8	89.46	6.24	50.84	0.98	9.29	6.02	0.52	3.69
SFK_9	90.35	6.89	51.77	1.79	7.16	5.42	0.39	3.38
SFK_{10}	89.16	7.14	52.82	1.37	10.05	7.73	0.41	5.10
ORTALAMA	**88.84±0.54**	**6.42±0.11**	**52.51±0.33**	**0.95±0.14**	**10.50±0.95**	**7.16±0.51**	**0.76±0.12**	**4.93±0.46**

SFK: soya fasulyesi küspesi, KM: kuru madde, HK: ham kül, HY: ham yağ, NDF: nötr çözeltilerde çözünmeyen lifli bileşikler, ADF: asit çözeltilerde çözünmeyen lifli bileşikler, ADL: asit çözeltilerde çözünmeyen lignin, HS: ham selüloz

Çizelge 3.3. Çeşitli yem tedarikçilerinden toplanmış olan 10 adet ES örneklerinin ham besin madde bileşimleri (Ort. ± SEM, % KM)

YEMLER	KM	HK	HP	HY	NDF	ADF	ADL	HS
ES_1	90.63	4.78	41.74	22.27	10.12	7.86	0.16	7.83
ES_2	88.39	4.63	41.38	21.35	14.20	10.86	0.51	9.45
ES_3	93.41	7.60	36.77	16.73	13.52	10.35	1.01	8.93
ES_4	89.72	4.66	41.69	21.31	10.40	8.29	0.83	8.03
ES_5	89.77	5.62	42.04	22.71	9.32	7.37	0.83	6.29
ES_6	94.37	5.53	38.67	18.86	10.24	7.88	0.75	6.94
ES_7	88.99	4.99	39.68	26.05	9.51	8.34	0.82	7.89
ES_8	94.47	6.35	34.46	20.42	9.72	6.73	0.70	5.63
ES_9	89.18	5.04	37.70	21.30	10.09	8.22	0.64	7.21
ES_{10}	90.27	5.02	38.64	17.86	9.91	8.14	0.67	5.35
ORTALAMA	**90.92±0.72**	**5.42±0.29**	**39.28±0.80**	**20.89±0.84**	**10.70±0.54**	**8.41±0.40**	**0.692±0.07**	**7.36±0.42**

ES: ekstrude soya, KM: kuru madde, HK: ham kül, HY: ham yağ, NDF: nötr çözeltilerde çözünmeyen lifli bileşikler, ADF: asit çözeltilerde çözünmeyen lifli bileşikler, ADL: asit çözeltilerde çözünmeyen lignin, HS: ham selüloz

Çizelge 3.4. Denemede kullanılan yonca kuru otu, saman ve dane yem karışımının besin madde bileşimleri (% KM)

YEMLER	KM	HK	HP	HY	NDF	ADF	ADL	HS	ME (Mcal/kg)
Yonca Kuru Otu	89.03	10.55	19.49	1.66	33.97	28.85	5.85	21.95	2.18
Arpa Samanı	95.77	7.36	3.45	0.55	77.97	53.17	14.73	43.14	1.31
Dane Yem Karışımı	92.26	5.92	10.24	1.88	20.69	7.66	0.62	5.66	2.95

KM: kuru madde, HK: ham kül, HY: ham yağ, NDF: nötr çözeltilerde çözünmeyen lifli bileşikler, ADF: asit çözeltilerde çözünmeyen lifli bileşikler, ADL: asit çözeltilerde çözünmeyen lignin, HS: ham selüloz, ME: metabolik enerji

3.1.1.3. Naylon Torbalar

Araştırmada kullanılan naylon torbaların boyutları 5×10 cm olup, rumen ortamında parçalanmayan, gözenek açıklığı 50 µ olan azot içermeyen polyester kumaştan yapılmıştır (Ankom R510, USA) (Resim 3.2.).

3.1.2. Yöntem

3.1.2.1. Hayvanlara kanül takılması

Hayvanlara takılan kanüller yurt dışında faaliyet gösteren bir firmanın (Ankom, USA) Türkiye temsilcisinden temin edilmiştir. Hayvanlara kanül takma operasyonu Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı'nda görev yapan bir akademik personel tarafından hizmet alımı şeklinde gerçekleştirilmiştir. Operasyondan sonra mikrobiyal komplikasyonların oluşmaması için hayvanlara 5 gün süre ile antibiyotik tedavisi uygulanmış olup operasyon bölgesi her gün bir dezenfektan solüsyon ile yıkanarak temizlenmiştir.

Bağlı duraklarda birer aralıkla tutulan hayvanlara deneme süresince yedirilecek olan yonca kuru otu, arpa samanı ve karma yem verilmeye başlanmıştır.

Bu araştırma; Hayvancılık Merkez Araştırma Enstitüsü Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Çalışma Yönergesi'nde belirtilen ilkelere uygun bulunmuş olup bu tez çalışması için 29.12.2014 karar tarihli ve 104 sayılı yerel etik kurulu onayı alınmıştır.

3.1.2.2. Deneme hayvanlarının yemlenmesi

Bağlı duraklı barınağa birer aralıkla yerleştirilen ve kuru dönemde bulunan 3 baş Siyah Alaca inek deneme süresince yaşama payı x 1.25 düzeyinde %70 kaba yem (arpa smanı+yonca kuru otu), %30 karma yem olacak şekilde hazırlanan rasyon ile sabah ve akşam (08:00-17:00 saatlerinde) günde iki öğün yemlenmişlerdir (Orskov ve McDonald, 1979). Deneme hayvanlarının yemlenmesi deneme başlamadan 3 hafta önce başlatılmış olup hayvanların rasyona alışması sağlanmıştır.

Deneme hayvanlarının önünde otomatik suluklar vasıtası ile sürekli taze ve temiz su bulundurulmuştur.

3.1.2.3. Yem analizleri

Denemede kullanılan yemlerin ham besin madde bileşimleri Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve Eğitim Merkezi Yemler ve Hayvan Besleme Laboratuvarında yapılan kimyasal analizler ile belirlenmiştir.

Yemler 1 mm elekten geçecek şekilde öğütüldükten sonra (Retsch ZM 200, Almanya), ham besin maddelerinden KM, HK, HP, HY miktarları (AOAC, 1995) ile NDF, ADF, ADL ve HS içerikleri (Van Soest ve ark, 1991) tespit edilmiştir.

3.1.2.4. Deneme düzeni

In situ metot ile yemlerin protein parçalanabilirlikleri tespit edilirken; denemede kullanılan yemler aynı rasyonu tüketen 3 ineğin rumenine her inkübasyon süresi ve yem örneği için 3'er paralel olacak şekilde (9 tekerrür) sarkıtılmıştır.

Tam yağlı soya 2, 4, 8, 16, 24, 48, SFK ve ES ise 2, 4, 8, 16, 24, 48 ve 72 saatlik sürelerde rumende inkübasyona bırakılmışlardır. Denemenin başında SFK ve ES'nin 48 saat olarak planlanan inkübasyon süreleri asimtot eğrisi tamamlanamadığı için 72 saate uzatılmıştır.

In vitro metotta ise bütün yem örnekleri *Streptomyces griseus*'tan ekstrakte edilen proteaz enzimi ile 1 ve 24 saatlik sürelerde inkübasyona bırakılmışlardır.

3.1.2.5. *In situ* protein parçalanabilirliğinin belirlenmesi

In situ rumen protein parçalanabilirliği Demarquilly ve ark. (1989) tarafından açıklandığı gibi; Michalet-Doreau ve ark. (1987) tarafından adapte edilen *in situ* metot (Orskov ve McDonald, 1979) ile ölçülmüştür.

3.1.2.6. İnkübasyondan önce ve inkübasyondan sonra yemlere ve torbalara uygulanan işlemler

Rumende inkübasyona bırakılacak olan yemler 1 mm elekten geçecek şekilde öğütülerek her bir yem numunesi *in situ* ve *in vitro* denemelerde kullanılıncaya kadar numaralandırılmış cam kavanozlar içinde laboratuar ortamında saklanmışlardır.

Tartımdan önce numaralandırılmış olan torbalar 65°C'de etüvde 2-4 saat sabit ağırlığa gelene kadar bekletilmişlerdir. Etüvden çıkarılan torbalar, desikatörde bir süre bekletilip oda sıcaklığına geldikten sonra tartılmışlardır.

Yemler torbalara 5.0 g olacak şekilde tartılarak konmuştur.



Resim 3.2. Araştırmada kullanılan naylon torbalar

İçerisinde yem bulunan numaralandırılmış naylon torbalar 50 cm uzunluğundaki plastik hortumlara kalın naylon iplerle sıkıca bağlanmıştır. Plastik hortumlar bir uçları kanül kapağına bağlanarak, diğer uçları rumende serbestçe hareket edecek şekilde rumene sarkıtılmışlardır (Resim 3.3).



Resim 3.3. Plastik hortum üzerine naylon torbaların dizilişi

Belirtilen inkübasyon saatlerinden sonra rumenden çıkartılan torbalar (Resim 3.4) vakit kaybetmeden soğuk su dolu bir kovaya daldırılarak mikroorganizma faaliyetleri durdurulmuştur (Resim 3.5).



Resim 3.4. Naylon torbaların rumenden çıkartılması



Resim 3.5. Rumenden çıkartılan naylon torbaların soğuk su ile muameliesi

Kova içerisinde laboratuvara getirilen torbalar musluk suyu altında 5 dk, otomatik çamaşır makinesinde de 5 dk yıkanarak rumenden gelen çeşitli kalıntılardan ve artıklardan temizlenmişlerdir. Yıkama işlemi su berrak akıncaya kadar devam etmiştir.

Yıkama işlemi sonrasında torbalar 65°C'de etüvde 48 saat bekletilmişlerdir (Resim 3.6).



Resim 3.6. Naylon torbaların etüvde kurutulması

Etüvden çıkan naylon torbalar desikatöre alınıp oda sıcaklığına gelene kadar soğutulduktan sonra üzerlerinde bulunan paket lastikleri ve naylon ipler çıkartılarak tartılmışlardır (Resim 3.7). Tartılan naylon torbaların içerisinden çıkan yem numuneleri küçük plastik poşetlere aktarılmış ve ham protein analizine kadar serin bir yerde muhafaza edilmişlerdir.



Resim 3.7. Naylon torbaların desikatöre alınması

3.1.2.7. *In situ* metota göre rumende ham protein parçalanabilirliğinin hesaplanması

Rumende Protein parçalanabilirliği (RDP), rumenden fraksiyonel çıkış hız sabiti (k) saatte %6 varsayılarak (Vérité ve ark., 1987) azot kaybı eğrisinden (azot kaybı=y, inkübasyon zamanı = x) hesaplanmıştır. *In situ* yöntem ile yem hammaddelerinin RDP değerlerinin hesaplanması için kullanılan formül aşağıdaki gibidir.

$$\%RDP = \frac{([(B-A)\times\%HP1]-[(C-A)\times HP2])}{[(B-A)\times\%HP1]} \times 100 \quad (3.1)$$

A : Torba ağırlığı (g)

B : Torba + torbaya konan örnek ağırlığı (KM olarak) (g)

C : 65^{o}C'de kurutulduktan sonraki torba+ örnek ağırlığı (g)

HP_1: Torbaya konan yemin kuru maddesindeki ham protein miktarı (g)

HP_2: Rumende inkübasyondan sonra torbada kalan yemin ham protein miktarı (g)

Yem ham proteinlerinin zamana karşı *in situ* parçalanma kinetiği Orskovve McDonald (1979)'a göre aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$Y\ (\%) = a + b\ (1-e^{-ct}) \quad (3.2)$$

Y : t zamanındaki parçalanabilirlik, (%)

a : proteinin zamana bağlı olmaksızın hemen parçalanan kısmı, çözünebilirliği, (%)

b : proteinin çözünmeyen fakat zamana bağlı olarak, potansiyel olarak parçalanan kısmı, (%)

c : b'nin parçalanma hız sabiti, birim zamanda parçalanma hızı, (1/saat)

t : herhangi bir inkübasyon zamanı, (saat)

Rumenden birim zamanda çıkış hız sabiti (k) dikkate alınarak, rumende etkin protein parçalanabilirliği (INS_E); Orskovve McDonald (1979) eşitliği kullanılarak hesaplanan eğim parametreleri, McDonald (1981) tarafından önerilen modele göre Neway adlı bilgisayar programı ile hesaplanmıştır.

$$INS_E\ (\%) = a + [bc/(c+k)]\ (1-e^{-(c+k)t}) \quad (3.3)$$

3.2. *In Vitro* Araştırma

3.2.1. Materyal

3.2.1.1. Enzim materyali

Araştırmada Streptomyces griseus bakterisinden ekstrakte edilen saflaştırılmış proteaz enzimi (Sigma, protease type XIV Streptomyces griseus, ≥3.5 units/mg solid, P5147, USA) kullanılmıştır.

3.2.1.2. Yem materyali

Araştırmanın in vitro kısmında da *in situ* kısmında kullanılan ülkemizin çeşitli illerinde bulunan yem fabrikalarından ve yem tedarikçilerinden temin edilmiş 10 adet TYS, 10 adet SFK ve 10 adet ES örnekleri kullanılmıştır.

3.2.2. Yöntem

3.2.2.1. *In vitro* protein parçalanabilirliğinin belirlenmesi

Yem hammaddelerinin *in vitro* enzimatik parçalanabilirlikleri, *Streptomyces griseus'*tan ekstrakte edilen proteaz enzimi ile pH 8'de borat fosfat tampon çözeltisinde 1 (INV_1) ve 24 (INV_{24}) saatlik hidrolizlerinden hesaplanmıştır (Aufrere ve Cartailler, 1988). Yem hammaddelerinin INV_1 ve INV_{24} değerleri, 1 ve 24 saatlik hidrolizlerinden sonra parçalanan N miktarlarının başlangıç N miktarlarına yüzde oranıdır. *In vitro* metot ile protein parçalanabilirliğini belirlemek amacıyla bir takım çözeltiler hazırlanmıştır. *In vitro* metotta kullanılan çözeltiler ve bu çözeltilerin hazırlanışı aşağıdaki gibidir (Resim 3.8.; Resim 3.9.).

3.2.2.2. *In vitro* protein parçalanabilirliğinin belirlenmesi amacıyla hazırlanan çözeltiler

3.2.2.2.1. Borat fosfat tampon çözeltisi

On iki onda iki (12.2) g sodyum di hidrojen fosfat ($NaH_2PO_42H_2O$) ve 8.91 g sodyum tetraboraks deka hidrat ($Na_2B_4O_710H_2O$) bir lt'lik balona konulmuş ve üzeri saf su ile 1 lt'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan çözeltinin pH'sı 8 olacak şekilde ayarlanmıştır.

3.2.2.2.2. Stok enzim çözeltisi

Streptomyces griseus bakterisinden ekstrakte edilen saflaştırılmış proteaz enzimi 100 ml borat-fosfat tampon çözeltisiyle karıştırılmıştır. Hazırlanan enzim çözeltisi Whatman (No:54) filtre kâğıdından geçirilerek süzülmüştür.

3.2.2.2.3. Tetrasiklin çözeltisi

On g tetrasiklin (antibiyotik, Sigma noT-3258) 100 ml borat-fosfat tampon çözeltisinde çözdürülür.

3.2.2.2.4. Nystatine

Her 500 mg örnek için, 0.5 mg Nystatine (antifonjil, Sigma no N-3503) tartılır.

3.2.2.2.5. Son enzim çözeltisi

Her 500 mg örnek için; 0.5 ml stok enzim çözeltisi (1 mg enzim/500mg örnek), 0.5 ml tetrasiklin çözeltisi (0.05 mg tetrasiklin/500 mg örnek) ve 0.5 mg nystatine (0.5 mg/500 mg örnek) alınarak borat-fosfat tampon çözeltisi ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. 50 ml çözeltide enzim konsantrasyonu 4.6 U / 500 mg örnektir.



Resim 3.8. Enzim çözeltisinin hazırlanışı



Resim 3.9. *İn vitro* metotta kullanılan çözeltiler

3.2.2.3. Yem hammaddelerinin *in vitro* inkübasyonu

Bir mm elekten geçecek şekilde öğütülmüş olan yem hammaddelerinin her biri 500 mg olacak şekilde tartılmış ve santrifüj tüpüne konulmuştur (Resim 3.10.; Resim 3.11.). Daha sonra tüpün içine 40 °C sıcaklıkta 50 ml son enzim çözeltisinden eklenmiş ve 40 °C' deki çalkalamalı su banyosuna (Heto SBD 50, Danimarka) yerleştirilmiştir (Resim 3.12.).



Resim 3.10. 500 mg olacak şekilde tartılmış yem örneklerinin santrifüj tüpüne konulması



Resim 3.11. *İn vitro* inkübasyon için hazırlanmış yem örnekleri



Resim 3.12. Çalkalamalı su banyosunda *in vitro* inkübasyona bırakılan yem örnekleri

Her yem örneği için ölçümler 1 ve 24 saatlik inkübasyon süreleri için 3 tekerrür olacak şekilde yapılmıştır. Her seride 2 şahit yem yer almış olup şahit yem olarak SFK kullanılmıştır. Ayrıca hazırlanan enzim çözeltilerinin N içeriğinin belirlenmesi için

içinde örnek bulunmayan 2 adet boş tüp de seriye dahil edilmiştir. Kör numuneler sadece 24 saat için kullanılmıştır.

Bir ve 24 saatlik inkübasyon sürelerinden sonra yem örnekleri 5 dk süre ile 3000 devir/dk'da santrifüj edilmişlerdir (Universal 16 A, Almanya) (Resim 3.13.).



Resim 3. 13. Santrifüj edilen yem örnekleri

Santrifüj edilen yem örnekleri ikiye katlanmış ve saf su ile nemlendirilmiş filtre kağıdı ile (Whatman No: 54) filtre edilmişlerdir (Resim 3.14). Tüpler saf su ile durulandıktan sonra filtre işlemi tamamlanmıştır. Parçalanan N miktarı her tüpten alınan süzüklerden Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir.



Resim 3.14. Filtre edilen yem örnekleri

3.2.2.4. *In vitro* enzimatik protein parçalanabilirliğinin hesaplanması

Her tüpten alınan süzüklerin ham protein miktarı Kjeldahl yöntemine göre tayin edilmiş olup kör'e göre düzeltmesi yapılmıştır. *In vitro* ham protein parçalanabilirliği aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\textbf{Toplam HP'in parçalanan kısmı (\%)} = \frac{\textbf{Süzükteki HP miktarı}}{\textbf{Yemdeki HP miktarı}} \text{ x } 100 \qquad (3.4)$$

İnkübasyon serileri arasındaki farklılığın giderilmesi için, yem hammaddelerinin herhangi bir t zamandaki HP parçalanabilirlikleri, her seride 1. ve 24. İnkübasyon saatleri için şahit yem olarak kullanılan SFK'nın, aynı seride aynı t inkübasyon zamanı için bulunan HP parçalanabilirliğinin, aynı t inkübasyon zamanı için bütün serilerin ortalamasından bulunan HP parçalanabilirliğine oranı (ortalama seri şahit değeri) ile çarpılarak düzeltme yapılmıştır.

Şahit düzeltme

$$= \text{Yemin HP parçalanabilirliği x } \left(\frac{\text{SFK'nın aynı seride HPparçalanbilirliği}}{SFK'nın\ ortalama\ HP\ parçalanabilirliği}\right) \qquad (3.5)$$

3.3. İstatistiki Analizler

Her bir yem hammaddesi için (TYS, SFK ve ES) *in situ* metot ile elde edilen rumende etkin protein parçalanabilirliği ile *in vitro* metot ile elde edilen 1. ve 24. saatlerdeki protein parçalanabilirlikleri arasında ilişki olup olmadığını belirlemek amacıyla regresyon analizi yapılmıştır. Regresyon analizleri için Minitab (Version 16) istatistik programı kullanılmıştır.

$$Y = b_0 + b_1X + e$$

Y: INS_E (Bağımlı değişken)
b_0: X=0 olduğunda bağımlı değişkenin alacağı değer (kesim noktası)
X: INV_1 / INV_{24} (Bağımsız değişken)
b_1: Regresyon Katsayısı
e: Hata

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Sonuçları

4.1.1. Tam yağlı soyanın *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri

Tam yağlı soyanın *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Tam yağlı soyanın *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri (Ort. ± SEM)

YEMLER	INS_E	INV_1	INV_{24}
TYS_1	0.84	0.60	0.76
TYS_2	0.86	0.62	0.83
TYS_3	0.83	0.54	0.73
TYS_4	0.73	0.59	0.68
TYS_5	0.79	0.60	0.74
TYS_6	0.82	0.54	0.73
TYS_7	0.80	0.56	0.75
TYS_8	0.80	0.53	0.77
TYS_9	0.80	0.63	0.74
TYS_{10}	0.85	0.79	0.87
ORTALAMA	0.81 ± 0.01^a	0.60 ± 0.02^b	0.76 ± 0.02^a

^{a,b} ; farklı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.001), TYS: Tam yağlı soya, INS_E:*In situ* etkin protein parçalanabilirliği, INV_1:1. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirliği, INV_{24}: 24. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirliği.

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi, farklı TYS numunelerinin *in situ* protein parçalanabilirliği (INS_E) 0.73 ile 0.86 arasında değişmektedir. Bu numunelerin 1. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirlikleri (INV_1) 0.53 ile 0.79 arasında; 24. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirlikleri (INV_{24}) ise 0.68 ile 0.87 arasında değişim göstermektedir. Tam yağlı soya örneklerinin ortalama INS_E değeri 0.81, ortalama INV_1 ve INV_{24} değerleri sırasıyla 0.60 ve 0.76 olarak tespit edilmiştir. Buradaki ortalama değerlere bakıldığında TYS' nin INV_1 değeri INS_E' den belirgin şekilde düşük olmakla birlikte aralarındaki fark önemli bulunmuştur (P<0.01). Yirmi dördüncü saat *in vitro* protein parçalanabilirlik değerlerinin (INV_{24}) INS_E' ye daha yakın olduğu görülmekte olup aralarındaki fark istatistiksel olarak önem taşımamaktadır (P<0.01).

4.1.2. Soya fasulyesi küspesinin *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri

SFK'nın *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. SFK'nın *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri (Ort. ± SEM)

YEMLER	INS_E	INV_1	INV_{24}
SFK_1	0.63	0.20	0.55
SFK_2	0.65	0.25	0.54
SFK_3	0.62	0.17	0.50
SFK_4	0.65	0.21	0.61
SFK_5	0.53	0.16	0.46
SFK_6	0.59	0.22	0.51
SFK_7	0.53	0.14	0.42
SFK_8	0.56	0.21	0.53
SFK_9	0.60	0.24	0.58
SFK_{10}	0.54	0.17	0.54
ORTALAMA	**0.59 ± 0.02[a]**	**0.19 ± 0.01[c]**	**0.52 ± 0.02[b]**

[a,b,c] ; farklı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.001), SFK: Soya fasulyesi küspesi, INS_E: *In situ* etkin protein parçalanabilirliği. INV_1:1. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirliği. INV_{24}: 24. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirliği.

Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi 10 adet SFK numunelerinin *in situ* protein parçalanabilirliği (INS_E) 0.53 ile 0.65 arasında değişmektedir. Bu numunelerin 1. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirlikleri (INV_1) 0.14 ile 0.25 arasında; 24. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirlikleri (INV_{24}) ise 0.42 ile 0.61 arasında değişim göstermektedir. Soya fasulyesi küspesi örneklerinin ortalama INS_E değeri 0.59, ortalama INV_1 ve INV_{24} değerleri sırasıyla 0.19 ve 0.52 olarak tespit edilmiştir. Buradaki ortalama değerlere bakıldığında INS_E değerinin INV_1 ve INV_{24} değerlerinden yüksek olduğu görülmekte olup SFK'nın INV_1, INV_{24} ve INS_E değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.01).

4.1.3. Ekstrude Soyanın *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri

ES'nin *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. ES'nin *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri (Ort. ± SEM)

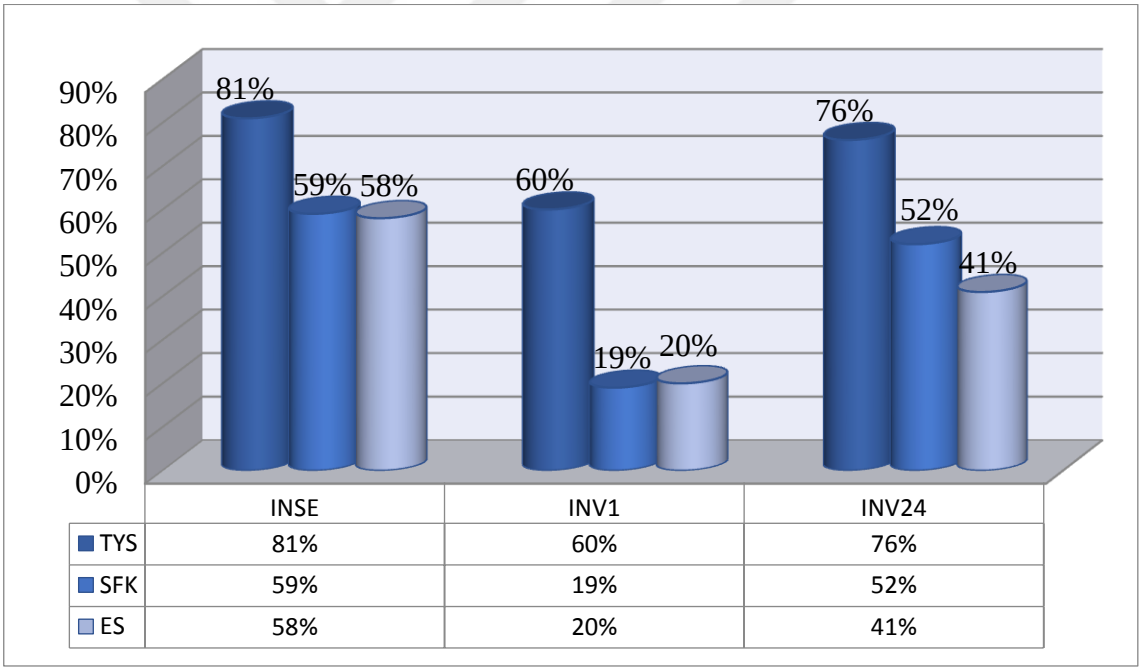
YEMLER	INS_E	INV_1	INV_{24}
ES_1	0.63	0.24	0.48
ES_2	0.61	0.18	0.39
ES_3	0.53	0.14	0.33
ES_4	0.64	0.24	0.47
ES_5	0.62	0.29	0.55
ES_6	0.56	0.22	0.45
ES_7	0.57	0.20	0.39
ES_8	0.52	0.16	0.30
ES_9	0.61	0.23	0.44
ES_{10}	0.52	0.12	0.34
ORTALAMA	**0.58 ± 0.02[a]**	**0.20 ± 0.02[c]**	**0.41 ± 0.03[b]**

[a,b,c] ; farklı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.001), ES:Ekstrude soya, INS_E:*In situ* etkin protein parçalanabilirliği, INV_1:1. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirliği. INV_{24}: 24. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirliği .

Çizelge 4.3'te görüldüğü gibi 10 adet ES numunelerinin *in situ* protein parçalanabilirliği (INS_E) 0.52 ile 0.64 arasında değişmektedir. Ekstrude soya (ES) örneklerinin 1. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirlikleri (INV_1) 0.12 ile 0.29 arasında; 24. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirlikleri (INV_{24}) ise 0.30 ile 0.55 arasında değişim göstermektedir. Ekstrude soya örneklerinin ortalama INS_E değeri 0.58 olarak bulunmuş olup ortalama INV_1 değeri 0.20, ortalama INV_{24} değeri ise 0.41 olarak tespit edilmiştir. Ortalama değerlere bakıldığında ES'nın INS_E değerinin INV_1 ve INV_{24} değerlerinden yüksek olduğu görülmekte olup INS_E, INV_1, INV_{24} ve değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Araştırmada kullanılan yem hammaddelerine ait ortalama INS_E, INV_1 ve INV_{24} değerleri Şekil 4.1.'de de gösterilmiştir.

Şekil 4.1. TYS, SFK ve ES'nin INS_E, INV_1 ve INV_{24} değerleri



	INSE	INV1	INV24
TYS	81%	60%	76%
SFK	59%	19%	52%
ES	58%	20%	41%

TYS: Tam yağlı soya, SFK: Soya fasulyesi küspesi, ES: Ekstrude soya, INS_E: *In situ* etkin protein parçalanabilirliği INV_1:1. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirliği. INV_{24}: 24. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirliği

Şekil 4.1.'de degörüldüğü gibi; araştırmada kullanılan TYS, SFK ve ES'nın INS_E değerleri incelendiğinde; TYS'nın SFK ve ES ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup ($P<0.01$) SFK ile ES arasındaki fark ise istatistiksel olarak önem taşımamaktadır ($P<0.01$). Araştırmada kullanılan yem gruplarının INV_1 değerleri arasındaki farklılıklar karşılaştırıldığında ise INS_E değerlerinde olduğu gibi TYS'nın SFK ve ES ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup ($P<0.01$) SFK

ile ES arasındaki fark istatistiksel olarak önem taşımamaktadır (P<0.01). Son olarak; TYS, SFK ve ES'nin INV_{24} değerleri incelendiğinde, bütün yem grupları arasında faklılıklar tespit edilmiş olup bu farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0.01).

4.1.4. Tam yağlı soyanın *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri arasındaki ilişki

Tam yağlı soyanın *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri arasındaki ilişki Çizelge 4.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Tam yağlı soyanın *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri arasındaki ilişki

Yemler	Y	Örnek Sayısı	Sabit Katsayı	INV_1	INV_{24}	r	S	P
	INS_E	10	0.7136	0.1641		0.331	0.037	0.350
TYS	INS_E	10	0.4059		0.5344	0.772	0.025	0.009
	INS_E	10	0.375	- 0.209	0.740	0.828	0.024	0.018

TYS: Tam yağlı soya, INS_E: *In situ* etkin protein parçalanabilirliği INV_1:1. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirliği. INV_{24}: 24. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirliği r: Korelasyon katsayısı. S: Regresyon denkleminin standart hatası. P: Önem derecesi

Çizelge 4.4'de görüldüğü gibi, TYS' nın INS_E ile INV_1 arasındaki korrelasyon katsayısı düşük olup önemli seviyede bir ilişki bulunamamıştır. Fakat INS_E ile INV_1 arasındaki ve INS_E ile INV_1 + INV_{24} arasındaki korrelasyon katsayıları yüksek olup bu parametreler arasındaki ilişki önemli seviyede olmuştur. Bu ilişkilere dayanarak TYS' nin *in vitro* protein parçalanabilirliğinden *in situ* protein parçalanabilirliğini tahmin etmede kullanılabilecek önemli (P=0.009; P=0.018) ilişki denklemleri aşağıda verilmiştir.

$$\mathbf{INS_E = 0.4059 + 0.5344\ INV_{24}} \qquad \mathbf{(r = 0.772;\ S = 0.025)} \qquad (4.1)$$

$$\mathbf{INS_E = 0.375 - 0.209\ INV_1 + 0.740\ INV_{24}} \qquad \mathbf{(r = 0.828;\ S = 0.024)} \qquad (4.2)$$

Çizelge 4.4.'de görüldüğü gibi, INS_E ile INV_1 arasında önemli bir ilişki bulunanamıştır (P>0.05). İki bağımsız değişkenin (INS_E ile INV_1) ortalamaları arasındaki farklılık t-testi ile istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.01). Ortalamaların arasındaki fark ve ortalamaların standart hatası ″0.212 ± 0.023″ olarak tespit edilmiştir.

4.1.5. Soya fasulyesi küspesinin *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri arasındaki ilişki

SFK'nın *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri arasındaki ilişki denklemleri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. SFK'nın *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri arasındaki ilişki denklemleri

Yemler	Y	Örnek Sayısı	Sabit Katsayı	INV_1	INV_{24}	r	S	P
	INS_E	10	0.4152	0.8872		0.669	0.038	0.034
SFK	INS_E	10	0.2826		0.5867	0.680	0.037	0.030
	INS_E	10	0.305	0.496	0.357	0.729	0.037	0.070

SFK: Soya fasulyesi küspesi, INS_E: *In situ* etkin protein parçalanabilirliği INV_1:1. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirliği. INV_{24}: 24. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirliği r: Korelasyon katsayısı. S: Regresyon denkleminin standart hatası. P: Önem derecesi

Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi, SFK'nın *in vitro* protein parçalanabilirliğinden *in situ* protein parçalanabilirliğini tahmin etmede kullanılabilecek önemli ($P<0.05$) ilişki denklemleri aşağıdaki gibidir.

$$\mathbf{INS_E = 0.4152 + 0.8872\ INV_1 \quad (r = 0.669;\ S = 0.038)} \qquad (4.3)$$

$$\mathbf{INS_E = 0.2826 + 0.5867\ INV_{24} \quad (r = 0.680;\ S = 0.037)} \qquad (4.4)$$

Çizelge 4.5'e göre, INS_E'nin INV_1'den ve INV_{24}'ten ayrı ayrı tahminini veren regresyon denklemleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Sırasıyla P =0.034; P=0.030). INS_E'nin INV_1-INV_{24}'ten tahminini sağlayan ilişki denklemi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P=0.070). INS_E'nin tahmininde INV_{24}, INV_1'e göre daha yüksek korelasyon katsayısına sahip olmuş ($P<0.05$) ve hatayı az da olsa düşürerek (0.038'den 0.037'ye) denkleminin güvenilirliğini arttırmıştır.

4.1.6. Ekstrude Soyanın *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri arasındaki ilişki

Ekstrude soya'nın *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri arasındaki ilişki denklemleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. ES'nin *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri arasındaki ilişki denklemleri

Yemler	Y	Örnek Sayısı	Sabit Katsayı	INV_1	INV_{24}	r	S	P
ES	INS_E	10	0.4323	0.7362		0.822	0.028	0.004
	INS_E	10	0.3752		0.4971	0.828	0.028	0.003
	INS_E	10	0.3950	0.3320	0.2870	0.837	0.029	0.015

ES: Ekstrude soya, INS_E: *In situ* etkin protein parçalanabilirliği INV_1:1. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirliği. INV_{24}: 24. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirliği r: Korelasyon katsayısı. S: Regresyon denkleminin standart hatası. P: Önem derecesi

Çizelge 4.6'da görüldü ğü gibi, ES'nin *in vitro* protein parçalanabilirliğinden *in situ* protein parçalanabilirliğini tahmin etmede kullanılabilecek önemli ($P<0.05$) ilişki denklemleri aşağıdaki gibidir.

$$\mathbf{INS_E = 0.4323 + 0.7362\ INV_1} \qquad \mathbf{(r = 0.822;\ S = 0.028)} \qquad (4.5)$$

$$\mathbf{INS_E = 0.3752 + 0.4971\ INV_{24}} \qquad \mathbf{(r = 0.828;\ S = 0.028)} \qquad (4.6)$$

$$\mathbf{INS_E = 0.3950 + 0.3320\ INV_1 + 0.2870\ INV_{24}} \qquad \mathbf{(r = 0.837;\ S = 0.029)} \qquad (4.7)$$

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi ES'ye ait INS_E'nin INV_1, INV_{24} ve INV_1-INV_{24}'ten tahminini veren regresyon denklemleri ile korelasyon katsayıları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). INS_E'nin tahmininde INV_{24}'ün kullanılması INV_1'in kullanılmasına gore korelasyon katsayısını bir miktar yükseltmiş olmasına rağmen denklemin güvenilirliğinde (S) herhangi bir değişikliğe sebep olmamıştır. INS_E'nin INV_1-INV_{24}'ten tahmininde ise korelasyon katsayısı bir miktar daha yükselmiştir.

4.1.7. Farklı soya numunelerinin *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri arasındaki ilişki

Çizelge 4.7'de SFK-ES, TYS-ES ve TYS-SFK-ES yem gruplarının INS_E ve INV protein parçalanabilirliklerine ait ilişki denklemleri verilmiştir.

Çizelge 4.7. TYS-SFK, SFK-ES, TYS-ES ve TYS-SFK-ES yem gruplarının *in situ* ve *in vitro* protein parçalanabilirlikleri arasındaki ilişki denklemleri

Yemler	Y	Örnek Sayısı	Sabit Katsayı	INV_1	INV_{24}	r	S	P
TYS-SFK	INS_E	20	0.4887	0.5327		0.943	0.042	0.000
	INS_E	20	0.1364		0.8794	0.959	0.035	0.000
	INS_E	20	0.241	0.176	0.606	0.963	0.034	0.000
SFK-ES	INS_E	20	0.4307	0.7757		0.734	0.032	0.000
	INS_E	20	0.4269		0.3381	0.634	0.037	0.003
	INS_E	20	0.396	0.585	0.155	0.769	0.031	0.000
TYS-ES	INS_E	20	0.4718	0.5602		0.954	0.039	0.000
	INS_E	20	0.3157		0.6488	0.978	0.027	0.000
	INS_E	20	0.317	0.006	0.642	0.978	0.028	0.000
TYS-SFK-ES	INS_E	30	0.4764	0.5544		0.949	0.038	0.000
	INS_E	30	0.2738		0.6840	0.932	0.043	0.000
	INS_E	30	0.385	0.347	0.283	0.961	0.034	0.000

TYS: Tam yağlı soya, SFK: Soya fasulyesi küspesi, ES: Ekstrude soya, INS_E: *In situ* etkin protein parçalanabilirliği INV_1:1. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirliği. INV_{24}: 24. saatteki *in vitro* protein parçalanabilirliği r: Korelasyon katsayısı. S: Regresyon denkleminin standart hatası. P: Önem derecesi

Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi, TYS-SFK, SFK-ES, TYS-ES ve TYS-SFK-ES gruplarının *in vitro* protein parçalanabilirliğinden *in situ* protein parçalanabilirliğini tahmin etmede kullanılabilecek önemli ($P<0.05$) ilişki denklemleri aşağıdaki gibidir.

TYS-SFK için;

$$\mathbf{INS_E = 0.4887 + 0.5327\ INV_1} \quad \mathbf{(r = 0.943;\ S = 0.042)} \tag{4.8}$$

$$\mathbf{INS_E = 0.1368 + 0.8794\ INV_{24}} \quad \mathbf{(r = 0.959;\ S = 0.035)} \tag{4.9}$$

$$\mathbf{INS_E = 0.241 + 0.176\ INV_1 + 0.606\ INV_{24}} \quad \mathbf{(r = 0.963;\ S = 0.034)} \tag{4.10}$$

SFK – ES için;

$$\mathbf{INS_E = 0.4307 + 0.7757\ INV_1} \quad \mathbf{(r = 0.734;\ S = 0.034)} \tag{4.11}$$

$$\mathbf{INS_E = 0.4269 + 0.3381 INV_{24}} \quad \mathbf{(r = 0.634;\ S = 0.037)} \tag{4.12}$$

$$\mathbf{INS_E = 0.396 + 0.585\ INV_1 + 0.155 INV_{24}} \quad \mathbf{(r = 0.769;\ S = 0.031)} \tag{4.13}$$

TYS – ES için;

$$\mathbf{INS_E = 0.4718 + 0.5602\ INV_1} \quad \mathbf{(r = 0.954;\ S = 0.039)} \tag{4.14}$$

$$\mathbf{INS_E = 0.3157 + 0.6488\ INV_{24}} \quad \mathbf{(r = 0.978;\ S = 0.027)} \tag{4.15}$$

$$\mathbf{INS_E = 0.317 + 0.006\ INV_1 + 0.642\ INV_{24}} \quad \mathbf{(r = 0.978;\ S = 0.027)} \tag{4.16}$$

TYS – SFK – ES için;

$$\mathbf{INS_E = 0.4764 + 0.5544\ INV_1} \qquad \mathbf{(r = 0.949;\ S = 0.038)} \qquad (4.17)$$

$$\mathbf{INS_E = 0.2738 + 0.6840\ INV_{24}} \qquad \mathbf{(r = 0.932;\ S = 0.043)} \qquad (4.18)$$

$$\mathbf{INS_E = 0.385 + 0.347\ INV_1 + 0.283\ INV_{24}} \quad \mathbf{(r = 0.961;\ S = 0.034)} \qquad (4.19)$$

Çizelge 4.7'ye göre, TYS-SFK grubunun INS_E'nin INV_1, INV_{24} ve INV_1-INV_{24}'ten tahminini veren denklemleri önemli bulunmuştur ($P<0.05$). INS_E değerinin INV_{24}'ten tahminini veren regresyon denklemleri INV_1'den tahminine göre daha güvenilir bulunmuş olup daha yüksek korelasyon göstermişlerdir. Hatanın ise düşmesine neden olmuş böylece denklemin güvenilirliği artmıştır. Regresyon denklemlerinde INV_1 ve INV_{24}'ün birlikte yer alması korelasyon katsayısının yükselmesine, hatanın ise bir miktar düşmesine neden olmuştur.

SFK-ES grubunun INS_E'nin INV_1, INV_{24} ve INV_1-INV_{24}'ten tahmin denklemleri önemli bulunmuştur ($P<0.05$). INS_E ile INV_1 arasındaki korelasyon katsayısı INS_E ile INV_{24} arasındaki korelasyon katsayısından daha yüksek bulunmuş ($P<0.05$) olup regresyon denklemlerinin standart hatasını düşürmüştür. Regresyon denklemlerinde INV_1 ve INV_{24}'ün birlikte yer alması ise korelasyon katsayısını yükseltmiş, hatanın ise düşmesine neden olmuş böylece denklemin güvenilirliği bir miktar artmıştır.

TYS-ES grubunun INS_E'nin INV'den tahminini veren regresyon denklemleri önemli bulunmuştur ($P<0.05$). SFK-ES grubunun aksine INS_E'nin INV_{24}'ten tahminini veren regresyon denklemlerinin standart hatası INV_1'e göre daha düşük bulunmuş olup korelasyon katsayısı ise bir miktar yükselmiştir.

TYS-SFK-ES grubunun INS_E'nin INV'den tahmin denklemleri önemli bulunmuştur ($P<0.05$). INS_E ile INV'ler arasındaki korelasyonlar önemli ($P<0.05$) ve yüksek bulunmuş olup, INS_E'nin tahmininde INV_{24}'ün yerine INV_1'in kullanılması korelasyon katsayısını yükseltmiş regresyon denkleminin standart hatasını düşürerek regresyon denkleminin güvenilirliğini arttırmıştır. Regresyon denklemlerinde INV_1 ve INV_{24}'ün her ikisinin birden yer alması ise korelasyon katsayısını daha da yükseltmiş, hatanın ise düşmesine neden olmuş böylece denklemin güvenilirliği artmıştır.

TYS, SFK ve ES yemlerinin ve TYS-ES grubunun INS_E değerinin INV_{24}'ten tahminini veren regresyon denklemleri INV_1'den tahminine göre daha güvenilir

bulunmuş olup daha yüksek korelasyon göstermişlerdir. SFK-ES ile TYS-SFK-ES gruplarına ait regresyon denklemlerinde ise INS_E'nin INV_1 değerlerinden tahmini INV_{24} değerlerinden tahminine göre daha yüksek korelasyona sahip olduğu görülmüştür.

4.1.8. Farklı soya numunelerinin *in situ* protein parçalanabilirlik karakteristikleri

TYS, SFK ve ES'ye ait *in situ* protein parçalanabilirlik karakteristikleri Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. TYS, SFK ve ES'ye ait *in situ* protein parçalanabilirlik karakteristikleri

Yemler	Parçalanabilirlik Karakteristikleri (Ort. ± SEM)					
	n	A (%)	a (%)	b (%)	c (1/saat)	INS_E (k=0.06)
TYS	10	53.31±1.62^{a}	53.32±1.61^{a}	49.16±1.44^{b}	0.08±0.0007^{a}	0.81±0.12^{a}
SFK	10	27.22±0.95^{c}	24.70±1.03^{c}	84.99±2.14^{a}	0.05±0.004^{b}	0.59±0.15^{b}
ES	10	33.65±1.00^{b}	31.07±1.17^{b}	79.21±2.17^{a}	0.03±0.003^{b}	0.58±0.15^{b}

$^{a, b, c}$: Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$), TYS: Tam yağlı soya, SFK: Soya fasulyesi küspesi, ES: Ekstrude soya, n: Örnek sayısı, A: yemlere ait yıkama kayıpları, a: rumende hemen çözünen kısım, b: çözünmeyen fakat zamana bağlı olarak parçalanan kısım, c: b'nin parçalanma hız sabiti, INS_E: Etkin parçalanabilirlik, k: proteinin rumenden geçiş hızı.

Çizelge 4.8'de görüldüğü gibi; TYS'nin yıkama kaybı (A) SFK ve ES'ye gore önemli seviyede yüksek bulunmuştur (%53.31). SFK ve ES'nin yıkama kayıpları ise sırasıylan%27.22 ve %33.65'tir. Bu değerler rumende hemen çözünen protein fraksiyonlarına (a) oldukça yakın olup SFK ve ES'nin yıkama kayıpları (A), rumende hemen çözünen protein fraksiyonlarından (a) daha yüksek bulunmuştur. Tam yağlı soya, SFK ve ES'nin a değerleri sırasıyla %53.32, %24.70 ve %31.07 olarak tespit edilmiş olup aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Rumende çözünmeyen fakat zamana bağlı olarak parçalanan kısım (b) en yüksek %84.99 ile SFK'da tespit edilmiş, SFK'yı %79.21 ile ES ve %49.16 ile TYS izlemiştir. Soya fasulyesi küspesi ve ES'nin b değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önem taşımamakta olup, bu iki yem hammaddesinin (SFK-ES) b değerlerinin TYS ile arasındaki fark istatistiksel açıdan önem taşımaktadır ($P<0.05$). Çözünemeyen fakat zamana bağlı olarak parçalanan kısmın (b) birim zamanda parçanma hızı (c) en yüksek TYS'de gözlenmiş olup (0.08/sa) ES' de ise bu değer oldukça düşmüştür (0.03/sa) ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Soya fasulyesi küspesinin çözünemeyen fakat zamana bağlı olarak parçalanan kısmın (b) birim zamanda parçanma hızı (c) 0.05/sa olarak belirlenmiştir. Bu değer TYS'den düşük bulunmuş, aralarındaki fark istatistiksel olarak önem taşımakta olup ($P<0.05$), ES 'den

ise yüksek bulunmuştur fakat aralarındaki fark istatistiksel olarak önem taşımamaktadır. Proteinin rumenden geçiş hızı (k) 0.06 olarak alındığında INS_E değeri en yüksek TYS'de (0.81) gözlenmiş olup onu sırasıyla SFK (0.59) ve ES (0.58) izlemiştir. SFK ile ES'nin INS_E değerleri TYS'den önemli seviyede düşük bulunmuş olmakla birlikte kendi aralarındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz olmuştur.

4.2. Tartışma

Çizelge 4.1' de görüldüğü gibi; araştırmada kullanılan 10 adet TYS örneklerinin ortalama INS_E, INV_1 ve INV_{24} değerleri sırasıyla 0.81, 0.60 ve 0.76 olarak belirlenmiştir. Ortalama değerlere bakıldığında TYS' nin INV_1 değeri INS_E' den belirgin şekilde düşük olmakla birlikte aralarındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Yirmi dördüncü saat *in vitro* protein parçalanabilirlik değerlerinin (INV_{24}) INS_E' ye daha yakın olduğu görülmekte olup aralarındaki fark istatistiksel olarak önem taşımamaktadır ($P<0.01$). Farklı araştırmaların sonuçları incelendiğinde; Aufrère ve ark. (1991), *Streptomyces griseus* bakterisinden ekstrakte edilen proteaz enzimi kullanarak yaptıkları *in vitro* çalışmada TYS'nin INV_1 değerini 0.79; INV_{24} değerini ise 0.86 olarak belirlemişlerdir. Araştırma sonuçları ile Aufrère ve ark. (1991) tarafından yapılmış çalışma sonuçları arasındaki farklılığın kullanılan yem numunelerinden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Roe ve ark. (1991) tarafından *Streptomyces griseus* bakterisinden ekstrakte edilen proteaz enzimi kullanarak yaptıkları *in vitro* çalışmada ise işlem görmemiş TYS'ların INV_{24} değerinin 0.522 olduğu bildirilmiştir. Roe ve ark. (1991) tarafından yapılan çalışma sonuçları bu çalışma sonuçlarından daha düşük bulunmuş olup bu farklılığın muhtemel sebebinin metot farklılığından kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.2'de; 10 adet SFK örneğinin ortalama INS_E, INV_1 ve INV_{24} değerleri sırasıyla 0.59, 0.19, ve 0.52 olarak belirlenmiştir. Buradaki ortalama değerlere bakıldığında INS_E değerinin INV_1 ve INV_{24} değerlerinden yüksek olduğu görülmekte olup SFK' nin INV_1, INV_{24} ve INS_E değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Krishnamoorthy ve ark. (1983); *Streptomyces griseus*'tan ekstrakte edilen proteaz enzimi kullanarak yaptıkları *in vitro* çalışmada SFK'nın çözünen % toplam N miktarını; 6.6 units/ml proteaz solüsyonunda 1 saatlik inkübasyondan sonra 0.813, 24 saatlik inkübasyondan sonra ise 0.989 olarak

belirlemişler; $22x10^{-3}$ units/ml proteaz solüsyonunda ise 1 saatlik inkübasyondan sonra 0.204, 24 saatlik inkübasyondan sonra ise 0.607 olarak tespit etmişlerdir. Proteaz soliüsyonunun $22x10^{-3}$ units/ml olarak kulladıldığı çalışma sonuçları ile bu çalışmanın sonuçları daha yakın değerlere sahip olup Krishnamoorthy ve ark. (1983); $22x10^{-3}$ units/ml proteaz soliüsyonunun kulladıldığı teknikte varyasyon katsayısının %7'den düşük olduğunu ve iyi bir tekrarlanabilirlik gösterdiğini belirtmişlerdir. Aufrère ve ark. (1991) tarafından *Streptomyces griseus* bakterisinden ekstrakte edilen proteaz enzimi kullanarak yaptıkları *in vitro* çalışmada; SFK'nın INV_1 değeri 0.79; INV_{24} değeri 0.36 ise 0.78 olarak belirlemişlerdir. Roe ve ark. (1991) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise *Streptomyces griseus* bakterisinden ekstrakte edilen proteaz enziminin kullanıldığı *in vitro* çalışmanın 24.saat inkübasyon sonrasında parçalanmadan kalan HP miktarları solvent SFK'da 0.733, ekspeller SFK'da ise 0.659 olarak tespit edilmiştir. Aufrère ve ark. (1991) ile Roe ve ark. (1991) tarafından yapımış çalışma sonuçlarının bu çalışmanın sonuçlarından yüksek olmasının muhtemel sebebinin kullanılan yem hammaddelerinden veya metot farklılıklarından kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.3' de ise araştırmada kullanılan 10 adet ES örneklerinin ortalama INS_E, INV_1 ve INV_{24} değerleri görülmektedir. Bu değerler sırasıyla 0.58, 0.20, ve 0.41 olarak belirlenmiştir. Ortalama değerlere bakıldığında ES'nın INS_E değerinin INV_1 ve INV_{24} değerlerinden yüksek olduğu görülmekte olup INS_E, INV_1, INV_{24} ve değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Roe ve ark. (1991) tarafından yapılan farklı bir çalışmada ise *Streptomyces griseus* bakterisinden ekstrakte edilen proteaz enziminin kullanıldığı *in vitro* çalışmanın 24.saat inkübasyon sonrasında parçalanmadan kalan HP miktarları kavrulmuş TYS'da 0.435 olarak belirlenmiş olup araştırma sonucu ile Roe ve ark. (1991) tarafından yapılmış çalışmanın sonuçları uyum içerisindedir.

Tam yağlı soya, SFK ve ES'nin INS_E değerleri (sırasıyla; 0.81, 0.59, 0.58) INV_1 ve INV_{24} değerlerinden (sırasıyla; 0.60-0.76, 0.19-0.52, 0.20-0.41) yüksek bulunmuştur. Aufrère ve ark. (1991) rumende protein parçalanabilirliğinin tahmininde en kesin sonucu in situ metotun verebileceğini bu nedenle de in situ metotun referans metot olarak kullanıldığını bildirmiştir. In situ metot ile in vitro metot arasındaki farklılıklarda muhtemel iki sebebinin olabileceği belirtilmiş olup, birincisi; naylon torbaların gözenek

açıklıklarının sebep olduğu KM kayıpları (Michalet-Doreau ve Cerneau, 1991), ikincisi ise; torbaların içerisinde kalan N'un sadece parçalanmayan yem numunelerinden kalan N değil aynı zamanda rumen mikroorganizmalarından kaynaklı N olmasıdır. Meydana gelen mikrobiyal bulaşmanın ise yemlerin yapısına göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Nocek, 1988).

Çizelge 4.4'de TYS'nin INS_E ile INV_1 arasındaki ilşki denklemlerinde önemli bir ilişki bulunamamış olup (P=0.350), INS_E ile INV_{24} arasındaki ilişki denklemi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P=0.009). INS_E ile INV_1- INV_{24} arasındaki ilişki denklemleri de istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P=0.018). Denklemlerde INV_1 ve INV_{24}'ün birlikte kullanılması INV_{24}'ün tek başına kullanılmasına göre korelasyon katsayısını yükselmiş (0.828), regresyon denkleminin standart hatası (S) küçülmüş böylelikle denkleminin güvenilirliği artmıştır. Daha az emek ve daha az masrafla INS_E'nin tahmininde INV_{24}'ün tek başına da kullanılabileceği kanısına varılmıştır. TYS'nın INS_E değerinin INV'den tahmininde oluşturulan regresyon denklemleri, Roe ve ark. (1991) tarafından oluşturulan regresyon denklemlerinden daha düşük standart hataya sahip olup, korelasyon katsayıları daha yüksektir (R:0.58, S:1.22).

Çizelge 4.5'de SFK'nın INS_E değerinin INV_1'den tahmini ile INV_{24}'ten tahminini veren regresyon denklemleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (sırasıyla; P=0.034, 0.030). INS_E'nin INV1- INV_{24}'ten tahminini veren regresyon denklemi ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P=0.070). Soya fasülyesi küspesinin INS_E tahmininde INV_{24}, INV_1'e göre daha yüksek korelasyon katsayısı vermiştir (0.680>0.669). İşlemleri hızlandırmak ve zamandan tasarruf sağlamak amacıyla INS_E'nin tahmininde INV_1'in de etkin bir şekilde kullanılabileceği kanısına varılmıştır. Aufrère ve ark. (1991); SFK için oluşturdukları regresyon denklemlerinde INS_E'nin tahmininde INV_{24} yerine INV_1'in kullanımının daha yüksek korelasyon ile daha düşük hata verdiğini bildirmişlerdir (sırasıyla; r= 0.715; S=0.024 ile r= 0.78-0.94 S=0.29-0.09).

Çizelge 4.6'da ES'ye ait INS_E'nin INV_1'den, INV_{24}'ten ve INV_1- INV_{24}'ten tahminini veren regresyon denklemleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (sırasıyla; P = 0.004, 0.003, 0.015). INS_E'nin tahmininde INV_{24}'ün kullanılması

INV_1'in kullanılmasına gore korelasyon katsayısını bir miktar yükseltmiş olmasına rağmen (0.828>0.822) denklemin güvenilirliğinde (S) herhangi bir değişikliğe sebep olmamıştır. INS_E'nin INV_1-INV_{24}'ten tahmininde ise korelasyon katsayısı bir miktar daha yükselmiştir (0.837). Daha az emek, daha az masraf ve daha kısa sürede INS_E'nin tahmininde INV_1'in kullanımının uygun olabileceği düşünülmektedir. Roe ve ark. (1991); ısıl işlem görmüş tam yağlı soyanın INS_E değerinin INV'den tahmininde benzer korelasyon katsayıları tespit edilmiş olup regresyon denklemlerinin standart hatalarını daha düşük bulmuşlardır.

Çizelge 4.7'ye göre; TYS-SFK grubunun INS_E'nin INV_1, INV_{24} ve INV_1-INV_{24}' ten tahminini veren bütün ilişki denklemleri önemli bulunmuştur ($P<0.05$). INS_E değerinin INV_{24}'ten tahminini veren regresyon denklemleri INV_1'den tahminine göre daha güvenilir bulunmuş olup daha yüksek korelasyon göstermişlerdir (0.959>0.943). Hatanın düşmesine neden olmuş böylece denklemin güvenilirliği artmıştır. Regresyon denklemlerinde INV_1-INV_{24}'ün birlikte yer alması korelasyon katsayısının yükselmesine (0.963), hatanın ise bir miktar düşmesine neden olmuştur (0.034).

Çizelge 4.7'de TYS-ES'ye ait grupta ise; INS_E'nin INV_1'den, INV_{24}'ten ve INV_1-INV_{24}'ten tahminini veren regresyon denklemleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Bu gruba ait yemlerin INS_E değerinin tahmininde INV_{24}'ün kullanılması INV_1'in kullanılmasına gore korelasyon katsayısını yükseltmiş (0.978>0.954), denklemin standart hatası ise oldukça düşmüş olup denklemin güvenilirliği artmıştır.

Tam yağlı soya (TYS)-SFK ile TYS-ES gruplarına ait denklemlerde daha az emek, daha az masraf ve daha kısa sürede INS_E'nin tahmininde INV_1'in kullanımının uygun olabileceği düşünülmektedir.

Gruplardan SFK-ES ile TYS-SFK-ES'nin INS_E ve INV protein parçalanabilirliklerine ait ilişki denklemlerinde ise, TYS, SFK ve ES'nin tek tek ve TYS-SFK ile TYS-ES gruplarına ait regresyon denklemlerinden farklı sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.7'de SFK-ES grubunun INS_E ile INV_1, INV_{24} ve INV_1- INV_{24}'ten tahmin denklemleri önemli bulunmuştur ($P<0.05$). INS_E ile INV_1 arasındaki korelasyon

katsayısı (0.734) INS_E ile INV_{24} arasındaki korelasyon katsayısından (0.634) daha yüksek ve önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Regresyon denklemlerinde INV_1 ve INV_{24}'ün birlikte yer alması ise korelasyon katsayısını yükseltmiş (0.769), hatanın ise düşmesine neden olmuş böylelikle denklemin güvenilirliği artmıştır. Yem gruplarından TYS-SFK-ES'nın INV_1, INV_{24} ve INV_1-INV_{24}'ten INS_E'nin tahmin denklemleri de önemli bulunmuştur. ($P<0.05$). *In situ* etkin protein parçalanabilirliği (INS_E) ile INV'ler arasındaki korelasyonlar önemli ($P<0.05$) ve yüksek bulunmuş olup, INS_E'nin tahmininde INV_{24}'ün yerine INV_1'in kullanılması korelasyon katsayısını yükseltmiştir (0.949>0.932). Regresyon denklemlerinde INV_1 ve INV_{24}'ün her ikisinin birden yer alması ise korelasyon katsayısını daha da yükselmesine (0.961), hatanın ise düşmesine böylelikle denklemin güvenilirliğinin artmasına neden olmuştur. Bu iki yem grubunda da diğer gruplarda olduğu gibi INS_E'nin daha kısa sürede, daha az emek ve daha az masrafla tespitinde INV_1'in kullanımının uygun olabileceği kanısına varılmıştır.

Tam yağlı soya, SFK ve ES yemlerinin ve TYS-SFK ile TYS-ES yem gruplarının INS_E değerinin INV_{24}'ten tahminini veren regresyon denklemleri INV_1'den tahminine göre daha önemli bulunmuş olup daha yüksek korelasyon göstermişlerdir. Yem gruplarından SFK-ES ile TYS-SFK-ES ait regresyon denklemlerinde ise, INS_E'nin INV_1 değerlerinden tahmini INV_{24} değerlerinden tahminine göre daha yüksek korelasyon katsayısına sahip olmuştur.

Soya fasulyesi küspesi (SFK)-ES ile TYS-SFK-ES gruplarına ait INS_E'nin INV_{24} yerine INV_1'den tahmin edilmesi durumunda; regresyon denklemlerinin güvenilirliği artmış ve korelasyon katsayıları yükselmiştir. Bu sonuç, Aufrère ve ark. (1991), Poos-Floyd ve ark. (1985) ve Nocek (1988) tarafından yapılmış çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Poos-Floyd ve ark. (1985); bütün proteolitik enzimlerin 1. ve 4. inkübasyon saatlerindeki protein parçalanabilirlikleri ile istatistiksel açıdan önemli derecede korelasyonlar verdiğini, Nocek (1988); 1 ile 3. saatlerdeki *in vitro* protein çözünürlüğünün rumende protein parçalanabilirliği ile arasında yüksek korelasyonun olduğunu bildirmişlerdir. Aufrère ve ark. (1991) ise; yem karmalarında sadece INV_1 kullanıldığında bile, enzimatik yöntemle *in situ* parçalanabilirliğin çok daha isabetli bir şekilde tahmin edilebildiği bildirmişler, rumende çok yavaş parçalananlar hariç birçok yem numunesinin parçalanabilirliğinin inkübasyonun ilk zamanında parçalanan protein miktarına yüksek oranda bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Regresyon denklemleri TYS-SFK, TYS-ES ve TYS-SFK-ES gruplarına göre oluşturulduğunda korelasyon katsayıları önemli miktarda artış göstermiştir. TYS-SFK grubunun INS_E ile INV_1 ve INV_{24} ile INV_1-INV_{24} arasındaki korelasyon katsayıları sırası ile 0.943, 0.959 ve 0.963; TYS-ES'nin INS_E ile INV_1 ve INV_{24} ile INS_1-INS_{24} arasındaki korelasyon katsayıları sırası ile 0.954, 0.978, 0.978 iken TYS-SFK-ES'nin INS_E ile INV_1 ve INV_{24} ile INS_1-INS_{24} arasındaki korelasyon katsayıları ise sırasıyla 0.949, 0.932 ve 0.961 olarak belirlenmiştir. TYS-SFK, TYS-ES ve TYS-SFK-ES gruplarında INS_E'nin INV_1'den INV_{24}'ten ve INV_1-INV_{24}'ten tahminini veren regresyon denklemlerinin standart hataları (S) sırası ile 0.042, 0.035, 0.034; 0.039, 0.027, 0.028 ve 0.038, 0.043, 0.034 olarak belirlenmiştir. Bu değerler Aufrère ve ark. (1991) tarafından bulunan 97 adet karma yem için oluşturulan regresyon denklemleri ile 49 adet ticari yem karması için oluşturulan regresyon denklemlerinin standart hataları birbirine yakın değerlere sahip olup yem gruplarının korelasyon katsayılar da birbirine oldukça benzerlik göstermektedirler. Araştırmacılar regresyon denklemlerinin her yem tipine göre kurulduğunda tahmindeki isabetin arttığını bildirmişlerdir. SFK için oluşturduğu regresyon denkleminin standart hatasını 0.024, korelasyon katsayısını ise 0.715 olarak belirlemişler, denklemi her yem tipine göre kurduklarında ise tahmindeki isabetin arttığını ve yağlı tohum küspeleri için oluşturulan regresyon denklemlerinin standart hatasını 0.026, korelasyon katsayısını 0.978 olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmada kullanılan yem hammaddeleri *in situ* parçalanabilirlik karakteristikleri bakımından incelendiğinde; Çizelge 4.8'de TYS'nın INS_E değeri %81 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada bulunan INS_E değeri ile Nowak ve ark. (2005) (%83.10), Griffiths (2004) (k=0.0625, %76.9), NRC (2001) (%78.5), Aufrere ve Cartailler (1988) (%86.7)'nin INS_E değerleri birbiri ile uyum içerisinde olup bu değer Canbolat ve ark. (2005) (k=0.02, %70.4; k=0.05,%57.5; k=0.08, %50.9)'dan yüksek, Aufrère ve ark. (1991) (%90)'dan ise düşük bulunmuştur. Tam yağlı soyanın *in situ* protein parçalanabilirlik karakteristiklerinden olan a, b ve c sırasıyla %53.32, 49.16 ve 0.08/sa olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada TYS'nın rumende hemen çözünen kısmı (a) ile TYS'ya ait yıkama kaybı (%53.31) oldukça yüksek bulunmuş olup bunun sebebinin; çalışmada kullanılan yem örneklerinin çok ince öğütülmüş (1mm) olmasından (Michalet-Doreau ve Cerneau, 1991), naylon torbaların musluk altında yıkanma süresinden (Deniz ve ark., 2004) ve çamaşır makinesinde 5 dk süre ile yıkanmasından (Cherney ve ark., 1990) kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Rumende hemen

çözünen kısım (a) Nowak ve ark. (2005) (%50.76), Griffiths (2004) (%57.3)'in sonuçları ile uyum içerisinde olup, Canbolat ve ark. (2005) (%30.08) ile NRC (2001) (%27.8)'den yüksektir. Çözünemeyen fakat zamana bağlı olarak parçalanan kısım olan b parametresine ait değer Nowak ve ark. (2005) (%43.32) ile uyumlu fakat Canbolat ve ark. (2005) (%58.5), Griffiths (2004) (%60.2) ve NRC (2001) (%70.2)'den düşük bulunmuştur. Canbolat ve ark. (2005), Nowak ve ark. (2005), Griffiths (2004), NRC (2001) tarafından b'nin parçalanma hızı (c) 0.02/sa ile 0.1/sa arasında bulunmuş olup, bu çalışmanın c değeri bu sınırlar içerisindedir.

Soya fasulyesi küspesinin %59 olarak belirlenen INS_E değeri Nobar ve ark. (2009) (k=0.05, %63.77), Griffiths (2004) (%57.3), González ve ark. (2002) (%46-%67), Sacakli ve ark. (2011) (%54.1), Sarıçiçek (1999) (k=0.05, %65.80; k=0.08, %57.15), Madsen ve Hvelplund (1994) (%63), Kirkpatrick ve Kennelly (1987) (%60.2-%72.8), Orskov (1982) (k=0.05, %63) ile farklı bir çalışmada Orskov (1988)(k=0.05, %62.5)), tarafından belirtilen sonuçlar ile uyumlu olup, Maxin ve ark. (2013) (%66), Woods ve ark. (2003) (k=0.06, %70.8)'dan düşük, Yörük ve ark. (2003) (%49.05)'dan ise yüksek bulunmuştur. SFK'nın yıkama kaybı (A) rumende hemen çözünen kısmından (a) bir miktar yüksek bulunmuştur. Daha önce de belirtildiği gibi bu yükseklik ince öğütülmüş yem örneklerinden, naylon torbaların musluk altında yıkanma süresinden ile çamaşır makinesinde 5 dk'lık yıkama süresinden kaynaklanıyor olabilir. Rumende hemen çözünen protein fraksiyonu (a) % 24.70 olarak belirlenmiş olup bu değer Maxin ve ark. (2013) (%27.7) ile González ve ark. (2002) (%17.8-%30.1)'ın bulguları ile benzerlik göstermekte, Sacakli ve ark. (2011) (%14.3), Yörük ve ark. (2003) (%13.79), Woods ve ark. (2003) (%12.94), Sarıçiçek (1999) (%17.22), Nobar ve ark. (2009) (%8.55) ile Madsen ve Hvelplund (1994) (%16)'un bulgularından yüksek, Griffiths (2004) (%31.1)'in bulgularından ise düşüktür. Çözünmeyen fakat zamana bağlı olarak parçalanan kısmın (b) birim zamanda parçalanma hızı (c) 0.05/sa olarak belirlenmiş olup bu değer literatür bildirişlerinin (Madsen ve Hvelplund, 1994; González ve ark., 2002; Woods ve ark., 2003; Yörük ve ark., 2003; Griffiths, 2004; Nobar ve ark., 2009; Sacakli ve ark., 2011; Maxin ve ark., 2013) alt ve üst sınırları içerisinde yer almaktadır.

Ekstrude soyanın INS_E değeri ile parçalanabilirlik karekteristiklerinden a, b ve c sırasıyla; %58, %31.07, %79.21 ve 0.03/sa olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar González ve ark. (2002) (INS_E=%57.3-%71.3, a=%14.9-%36.1, b=%63.9-%85.1, c=0.04-0.06/sa)

ile uyum içerisindedir. Nowak ve ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada 145°C, 155°C ve 165°C'lik sıcaklıklarda işlem görmüş ES'nın INS_E değerlerinden (sırasıyla %50.80, %50.26 ve %44.03) yüksek bulunmuştur. 145°C, 155°C'de işlem görmüş ES'nin b değerleri (%83.47, %83.38) ile yakın olmasına rağmen 165°C'lik sıcaklıklarda işlem görmüş ES'nin b (%96.08) değerinden düşük bulunmuştur. Rumende hemen çözünen kısım (a) Nowak ve ark. (2005)'ın bütün sıcaklık derecelerinden yüksek (%50.76-%6.51), b'nin parçalanma hız sabiti (c) ise düşük bulunmuştur. Ekstrude soyanın yıkama kaybı (A), rumende hemen çözünen kısmı (a)'ndan TYS ve SFK'da olduğu gibi bir miktar yüksek bulunmuştur.

Tam yağlı soya, SFK ve ES'nın INS_E ile *in situ* parçalanabilirlik karakteristikleri olan a, b ve c'nin yayınlanan çalışma sonuçları ile arasındaki farklılıkların sebebi; yem numunelerinin kimyasal kompozisyonundan (González ve ark., 2002), naylon torbaların gözenek büyüklüğünden, yem numunelerinin partikül büyüklüğünden, kullanılan kanüllü hayvanlar arasındaki faklılıklardan, protein kaynaklarının işleme prosesindeki farklılıklardan (Canbolat ve ark., 2005), hayvanların tükettiği rasyonlar arasındaki farklılıklardan (Yalcin ve ark., 1998; Yörük ve ark., 2003; Deniz ve ark., 2004) kaynaklanıyor olabilir. Kirkpatrick ve Kennelly (1987) HP'in parçalanabilirliğinin rasyonda artan HP seviyesi ile birlikte arttığını bildirmişlerdir.

Çalışma sonuçlarına göre, TYS'nin INS_E değeri (0.81), SFK (0.59) ve ES'den (0.58) oldukça yüksek bulunmuş olup bu yükseklik istatistiksel olarak önemli olmuştur ($P<0.05$). Bu durum TYS proteininin ekstrüzyon ile rumende parçalanabilirlikten etkin bir şekilde korunduğu ve rumende parçalanmayan kısmının incebağırsaklarda herhangi olumsuz bir etkiye sebep olmadan sindirilebildiğini göstermektedir. Daha önceki yıllarda yapılan çalışmalarda da benzer sonuçların bulunduğu araştırıcılar tarafından bildirilmiştir (González ve ark., 2002; Nowak ve ark., 2005). Mevcut çalışmanın sonuçlarına göre SFK ile ES'nin INS_E değerleri birbirine oldukça yakın bulunmuş olup aralarındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli olmamıştır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışma sonuçlarına göre, kullanılan yem hammaddeleri arasında bulunan ilişki ve regresyon denklemleri, ruminant hayvanların beslenmesinde yaygın olarak kullanılan TYS, SFK ve ES'nin rumende protein parçalanabilirliğinin tahmininde *in situ* yönteme göre kolay ve uygulanabilirliği daha yüksek olan *in vitro* yöntemin (*Streptomyces griseus*) geçerliliğini *in situ* ile sağlamıştır.

Gruplardan TYS-SFK, TYS-ES ve SFK-TYS-ES için kurulan bütün regresyon denklemleri önemli olup korelasyon katsayıları yüksektir. Daha az emekle ve daha az masrafla işlemleri hızlandırarak zamandan tasarruf sağlayabilmek amacıyla INS_E'nin *in vitro* tahmininde kullanılabilecek uygun denklemlerin bulunduğu görülmektedir.

Tam yağlı soya, SFK ve ES'nin rasyona katılma oranlarının belirlenmesinde rumende protein parçalanabilirliğinin kolay ve hızlı bir şekilde tespitinde kullanılacak olan *in vitro* yöntemin sağlaması yapılmış olup böylelikle yem sanayicileri ve araştırmacılar için *in vitro* protein parçalanabilirliğinden *in situ* protein parçalanabilirliğini tahmin etmede bu denklemler kullanılabilecektir.

Konuyla ilgili bundan sonra yapılacak çalışmalarda ruminant hayvanların beslenmesinde yaygın olarak kullanılan farklı yem hammaddelerinin de INS_E değerlerinin tahmininde kullanılacak olan *in vitro* metotlarla yeni denklemlerin bulunmasının ruminantların beslenmesi ve uygun rasyonların hazırlanmasına ışık tutacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

AFRC, 1987, Characterisation of feedstuffs: Nitrojen, *Rep. No: 2*, Technical Committe on Responses to Nutrients Nutr. Abstr. Rev. Ser. B.. Livest. Feeds Feeding (57), 713-736.

AFRC, 1992, Nutritive requirements of ruminant animals: protein. , *Nutr. Abst. and Rew*., (Series B) (9), 65-71.

AFRC, 1993, Energy and Protein Requirements of Ruminants, *An Advisory manuel prepared by the AFRC Technical Committee an Responses to Nutrients*, Cab International, 155.

Akhter, S. ve Hossain, M., 1998, Cow faeces in *in vitro* digestibility assays of forages, *Asian Australasian Journal Of Animal Sciences*, 11, 51-54.

Akhter, S., Owen, E., Theodorou, M., Butler, E. ve Minson, D., 1999, Bovine faeces as a source of micro-organisms for the *in vitro* digestibility assay of forages: the journal of the British Grassland Society, *Grass and forage science*, 54 (3), 219-226.

AOAC, 1995, Offical methods of analysis 16th Edition (Arlington. Virginia. USA).

Assoumani, M., Vedeau, F., Jacquot, L. ve Sniffen, C., 1992, Refinement of an enzymatic method for estimating the theoretical degradability of proteins in feedstuffs for ruminants, *Animal Feed Science and Technology*, 39 (3-4), 357-368.

Atasoglu, C. ve Wallace, R. J., 2003, 15 Metabolism and De Novo Synthesis of Amino Acids by Rumen Microbes, *Amino Acids in Animal Nutrition*, 265.

Aufrere, J. ve Cartailler, D., 1988, Mise au point d'une méthode de laboratoire de prévision de la dégradabilité des protéines alimentaires des aliments concentrés dans le rumen, *Ann. Zootech*, 37 (4), 255-270.

Aufrère, J., Graviou, D., Demarquilly, C., Verite, R., Michalet-Doreau, B. ve Chapoutot, P., 1991, Predicting *in situ* degradability of feed proteins in the rumen by two laboratory methods (solubility and enzymatic degradation), *Animal Feed Science and Technology*, 33 (1-2), 97-116.

Aufrère, J., Graviou, D. ve Michalet-Doreau, B., 1994, Degradation in the rumen of proteins of 2 legumes: soybean meal and field pea, *Reproduction Nutrition Development*, 34 (5), 483-490.

Aydın, D., 2008, *In vitro* gaz üretim tekniğinde gübrenin rumen sıvısı yerine kullanımı. , *Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı. Kahramanmaraş.*

Bhargava, P. ve Orskov, E., 1987, Manual for the use of nylon bag technique in the evaluation of feedstuffs, *Rowett Research Institute, Aberdeen, Scotland, UK*.

Blackburn, T., 1968, The protease liberated from Bacteroides amylophilus strain H 18 by mechanical disintegration, *Microbiology*, 53 (1), 37-51.

Blu, M. ve Ørskov, E., 1993, Comparison of *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle, *Animal Feed Science and Technology*, 40 (2-3), 109-119.

Blümmel, M., 1994, Relationship between kinetics of stover fermentation as described by the Hohenheim *in vitro* gas production test and voluntary feed intake of 54 cereal stovers.

Broderick, G. A., Wallace, R., Ørskov, E. ve Hansen, L., 1988, Comparison of estimates of ruminal protein degradation by *in vitro* and *in situ* methods, *Journal of Animal Science*, 66 (7), 1739-1745.

Broderick, G. A. ve Merchen, N. R., 1992, Markers for quantifying microbial protein synthesis in the rumen1, *Journal of Dairy Science*, 75 (9), 2618-2632.

Brooker, J., Lum, D., Miller, S., Skene, I. ve O'Donovan, L., 1995, Rumen microorganisms as providers of high quality protein, *Livestock Research for Rural Development*, 6 (3).

Bruckental, I., Abramson, S., Zamwell, S., Adin, G. ve Arieli, A., 2002, Effects of dietary undegradable crude protein level on total non-structural carbohydrate (TNC) digestibility, and milk yield and composition of dairy cows, *Livestock production science*, 76 (1), 71-79.

Bulut, G., 2010, Türkiye'de üretilen soya hammaddelerinde protein kalitesinin kanatlılar yönünden *in vitro* tekniklerle belirlenmesi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yükseklisans Tezi. Ankara.*

Calsamiglia, S. ve Stern, M. D., 1995, A three-step *in vitro* procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants, *Journal of Animal Science*, 73 (5), 1459-1465.

Canbolat, O., Kamalak, A., Efe, E., Sahin, M. ve Ozkan, C., 2005, Effect of heat treatment on *in situ* rumen degradability and *in vitro* gas production of full-fat soyabeans and soyabean meal, *South African Journal of Animal Science*, 35 (3), 186-194.

Chalupa, W., 1975, Rumen bypass and protection of proteins and amino acids, *Journal of Dairy Science*, 58 (8), 1198-1218.

Chamberlain, A. ve Wilkinson, J. M., 1996, Feeding the dairy cow, Chalcombe publications, p.

Chaudhry, A., 2005, Comparing two commercial enzymes to estimate *in vitro* proteolysis of purified or semi-purified proteins, *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 89 (11-12), 403-412.

Chaudhry, A. S., 2007, Enzymic and in sacco methods to estimate rumen degradation of food protein in cattle, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87 (14), 2617-2624.

Cherney, D., Patterson, J. ve Lemenager, R., 1990, Influence of in Situ Bag Rinsing Technique on Determination of Dry Matter Disappearance1, 2, *Journal of Dairy Science*, 73 (2), 391-397.

Cone, J. W., Van Gelder, A. H., Steg, A. ve Van Vuuren, A. M., 1996, Prediction of*in situ*Rumen Escape Protein from *in vitro*Incubation with Protease fromStreptomyces griseus, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 72 (1), 120-126.

Cömert, M. ve Şayan, Y., 2000, Research on rumen degradation of protein of feeds used in ruminant nutrition, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37 (1), 145-152.

Crawford, R., Hoover, W., Sniffen, C. ve Crooker, B., 1978, Degradation of Feedstuff Nitrogen in the Rumen Nitrogen Solubility in Three Solvents, *Journal of Animal Science*, 46 (6), 1768-1775.

Crooker, B., Sniffen, C., Hoover, W. ve Johnson, L., 1978, Solvents for soluble nitrogen measurements in feedstuffs, *Journal of Dairy Science*, 61 (4), 437-447.

De Schutter, A. ve Morris, J., 1992, Soybeans: full-fat, *Non-Traditional Feeds for Use in Swine Production*, 439.

Demarquilly, C., Andrieu, J., Michalet-Doreau, B. ve Sauvant, D., 1989, Measurement of the nutritive value of feeds, *Ruminant Nutrition. Recommended Allowances and Feed Tables. INRA Paris*.

Deniz, S., Karsli, M. A., Nursoy, H. ve Kutlu, M. S., 2004, Ruminantların Beslenmesinde Yaygın Olarak Kullanılan Proteince Zengin Bazı Yem Hammaddelerinin Protein Parçgalanabilirlik Özelliklerinin In Sacco Yöntemle Belirlenmesi, *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 28 (6).

El Shaer, H., Omed, H., Chamberlain, A. ve Axford, R., 1987, Use of faecal organisms from sheep for the *in vitro* determination of digestibility, *The Journal of Agricultural Science*, 109 (02), 257-259.

Faldet, M. ve Satter, L., 1991, Feeding Heat-Treated Full Fat Soybeans to Cows in Early Lactation1, *Journal of Dairy Science*, 74 (9), 3047-3054.

Fox, D. G., Tedeschi, L., Tylutki, T., Russell, J., Van Amburgh, M., Chase, L., Pell, A. ve Overton, T., 2004, The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion, *Animal Feed Science and Technology*, 112 (1), 29-78.

Getachew, G., Blümmel, M., Makkar, H. ve Becker, K., 1998, *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review, *Animal Feed Science and Technology*, 72 (3), 261-281.

Getachew, G., DePeters, E., Robinson, P. ve Taylor, S., 2001, *In vitro* rumen fermentation and gas production: influence of yellow grease, tallow, corn oil and their potassium soaps, *Animal Feed Science and Technology*, 93 (1), 1-15.

Getachew, G., Robinson, P., DePeters, E. ve Taylor, S., 2004, Relationships between chemical composition, dry matter degradation and *in vitro* gas production of several ruminant feeds, *Animal Feed Science and Technology*, 111 (1), 57-71.

González, J., Andrés, S., Rodríguez, C. A. ve Alvir, M. R., 2002, *In situ* evaluation of the protein value of soybean meal and processed full fat soybeans for ruminants, *Animal Research*, 51 (6), 455-464.

Griffiths, J. B., 2004, The effect of extrusion on the degradability parameters of various vegetable protein sources, *Stellenbosch University*.

Güler, D., 2013, Türkiye'de soya üretimi. tüketimi ve pazarlaması, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. Adana.*

Gürsoy, O. ve Gökçe, R., 2011, Soya ve ürünlerinde fenolik bileşikler ve beslenmeyi kısıtlayıcı faktörler, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7 (1).

Harper, J., 1978, Extrusion processing of food, *Food Technology*, 32 (7), 67-72.

Harris, B., 2003, Feeding Raw or Heat-treated Whole Soybeans to Dairy Cattle, *This document is DS28. one of a series of the Animal Science Department. Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. Original publication date March 1990. Reviewed June 2003.*, http://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/47/68/00001/DS15400.pdf [Ziyaret Tarihi: 21.04.2017].

Harris, D., Barlet, A. ve Chamberlain, A., 1995, The use of dairy cow faeces rather than rumen liquor in the gas pressure transducer technique for assessing digestion kinetics *in vitro*, *Anim. Sci*, 60, 541.

How, J. ve Morr, C., 1982, Removal of phenolic compounds from soy protein extracts using activated carbon, *Journal of food Science*, 47 (3), 933-940.

Huntingdon, J. ve Givens, D., 1995, The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: a review of the procedure, *Nutrition Abstracts and Reviews. Series B, Livestock Feeds and Feeding (United Kingdom)*.

Kılıç, Ü. ve Sarıçiçek, B. Z., 2006, *In vitro* gaz üretim tekniğinde sonuçları etkileyen faktörler, *Hayvansal Üretim*, 47 (2), 54-61.

Kirkpatrick, B. ve Kennelly, J., 1987, *In situ* degradability of protein and dry matter from single protein sources and from a total diet, *Journal of Animal Science*, 65 (2), 567-576.

Kopečný, I. J., Vencl, B., Kyselová, J. ve Březina, P., 1989, Determination of rumen degradable protein with enzymes, *Archives of Animal Nutrition*, 39 (7), 639-645.

Kouzeh-Kanani, M., Van Zuilichem, D., Roozen, J. ve Pilnik, W., 1981, A modified procedure for low temperature infrared radiation of soybeans. Part I: Improvement of nutritive quality of full-fat flour, *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 14, 242-244.

Krishnamoorthy, U., Muscato, T., Sniffen, C. ve Van Soest, P., 1982, Nitrogen fractions in selected feedstuffs, *Journal of Dairy Science*, 65 (2), 217-225.

Krishnamoorthy, U., Sniffen, C., Stern, M. ve Van Soest, P., 1983, Evaluation of a mathematical model of rumen digestion and an *in vitro* simulation of rumen proteolysis to estimate the rumen-undegraded nitrogen content of feedstuffs, *British Journal of Nutrition*, 50 (03), 555-568.

Krishnamoorthy, U., Steingass, H., Menke, K. ve Menke, K., 1991, Preliminary observations on the relationship between gas production and microbial protein synthesis *in vitro*, *Archiv für Tierernaehrung*, 41 (5), 521-526.

Lamport, D., 1980, Structure and function of plant glycoproteins, *The Biochemistry of plants: a comprehensive treatise (USA)*.

Leng, R. ve Nolan, J., 1984, Nitrogen metabolism in the rumen, *Journal of Dairy Science*, 67 (5), 1072-1089.

Licitra, G., Lauria, F., Carpino, S., Schadt, I., Sniffen, C. ve Van Soest, P., 1998, Improvement of the Streptomyces griseus method for degradable protein in ruminant feeds, *Animal Feed Science and Technology*, 72 (1), 1-10.

Licitra, G., Van Soest, P., Schadt, I., Carpino, S. ve Sniffen, C., 1999, Influence of the concentration of the protease from Streptomyces griseus relative to ruminal protein degradability, *Animal Feed Science and Technology*, 77 (1), 99-113.

Lusas, E. W. ve Riaz, M. N., 1995, Soy protein products: processing and use, *The Journal of nutrition*, 125 (3), 573S.

Lyttleton, J. W., 1973, Proteins and nucleic acids, *Chemistry and biochemistry of herbage*, 1, 63-103.

MacRae, J., 1975, The use of re-entrant cannulae to partition digestive function within the gastro-intestinal tract of ruminants, *Digestion and Metabolism in the Ruminant*, 261-276.

Madsen, J. ve Hvelplund, T., 1985, Protein degradation in the rumen, *Acta Agric. Scand.*, 25, 103-124.

Madsen, J. ve Hvelplund, T., 1994, Prediction of *in situ* protein degradability in the rumen. Results of a European ringtest, *Livestock production science*, 39 (2), 201-212.

Mahadevan, S., Erfle, J. ve Sauer, F., 1980, Degradation of Soluble and Insoluble Proteins by Protease and by Rumen Microorganisms, *Journal of Animal Science*, 50 (4), 723-728.

Mahadevan, S., Sauer, F. ve Erfle, J., 1987, Preparation of protease from mixed rumen microorganisms and its use for the *in vitro* determination of the degradability of true protein in feedstuffs, *Canadian Journal of Animal Science*, 67 (1), 55-64.

Maxin, G., Ouellet, D. ve Lapierre, H., 2013, Ruminal degradability of dry matter, crude protein, and amino acids in soybean meal, canola meal, corn, and wheat dried distillers grains, *Journal of Dairy Science*, 96 (8), 5151-5160.

McDonald, I., 1981, A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen, *The Journal of Agricultural Science*, 96 (1), 251-252.

McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J., Morgan, C., Sinclair, L. ve Wilkinson, R., 1987, Voluntary intake of food, *Animal nutrition*, 4, 375-387.

McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J. ve Morgan, C., 2002, Animal nutrition (Sixth Edition), Longman Scientific & Technical, Harlow Essex, UK**:** 672.

Mehrez, A. ve Ørskov, E., 1977, A study of artificial fibre bag technique for determining the dig estibility of feeds in the rumen, *The Journal of Agricultural Science*, 88 (03), 645-650.

Menke, K., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D. ve Schneider, W., 1979, The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*, *The Journal of Agricultural Science*, 93 (01), 217-222.

Menke, K. ve Steingass, H., 1988, Estimation of the ruminal efectiva y digestibilidad intestinal *in vitro* energetic feed value obtained from chemical del nitrógeno del follaje de leguminosas arbóreas analysis and *in vitro* gas production using rumen tropicales, *Pastos y Forrajes*, 26, 237.

Michalet-Doreau, B., Vérité, R. ve Chapoutot, P., 1987, Méthodologie de mesure de la dégradabilité in sacco de l'azote des aliments dans le rumen, *Bull. Tech. CRZV Theix*, 69, 5-7.

Michalet-Doreau, B. ve Cerneau, P., 1991, Influence of foodstuff particle size on *in situ* degradation of nitrogen in the rumen, *Animal Feed Science and Technology*, 35 (1-2), 69-81.

Mohamed, R. ve Chaudhry, A. S., 2008, Methods to study degradation of ruminant feeds, *Nutrition research reviews*, 21 (01), 68-81.

Morrison, F. B., 1959, Feeds and feeding. 22d ed, *The Morrison*.

Muller, L., Rodriguez, D. ve Schingoethe, D., 1975, Formaldehyde Treated Whey Protein Concentrate for Lactating Dairy Cattle1, *Journal of Dairy Science*, 58 (12), 1847-1855.

Nobar, R. S., Chamani, M., Sadeghi, A. ve Aghazadeh, A., 2009, Determination of degradability of treated soybean meal and its proteins fractions, *African Journal of Biotechnology*, 8 (1).

Nocek, J., Herbein, J. ve Polan, C., 1983, Total Amino Acid Release Rates of Soluble and Insoluble Protein Fractions of Concentrate Feedstuffs by Streptomyces griseus1, *Journal of Dairy Science*, 66 (8), 1663-1667.

Nocek, J. E., 1985, Evaluation of specific variables affecting *in situ* estimates of ruminal dry matter and protein digestion, *Journal of Animal Science*, 60 (5), 1347-1358.

Nocek, J. E., 1988, *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review, *Journal of Dairy Science*, 71 (8), 2051-2069.

Nowak, W., Michalak, S. ve Wylegala, S., 2005, *In situ* evaluation of ruminal degradability and intestinal digestibility of extruded soybeans, *Czech J. Anim. Sci*, 50, 281-287.

NRC, 2001, Nutrient requirements of dairy cattle, National Academy Press, Washington, DC.

Nsahlai, I. ve Umunna, N., 1996, Comparison between reconstituted sheep faeces and rumen fluid inocula and between *in vitro* and in sacco digestibility methods as predictors of intake and in vivo digestibility, *The Journal of Agricultural Science*, 126 (02), 235-248.

Orskov, E., 1982, Protein nutrition in Ruminants. Academic press Inc, London.

Orskov, E., 1988, Feed Science, *The Rowett Research Institute. Bucksburn. Aberdeen. AB2. 9SB Scotland.*

Ørskov, E. ve McDonald, I., 1979, The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage, *The Journal of Agricultural Science*, 92 (02), 499-503.

Ørskov, E., 1989, Recent advances in evaluation of roughages as feeds for ruminants, *Advances in animal nutrition. University of New England Printery, Armidale*, 102-108.

Orskov, E. M., 1990, Energy Nutrition in Ruminants, Elsevier Sci. Publisher, Ltd. England.

Özen, N., 1992, Hayvan Besleme Fizyolojisi ve Metabolizma, *Ders notu*, No:3 (Samsun), 230s.

Özkul, H., 2005, Naylon Torba Tekniğinde Varyasyon Kaynakları, *Hayvansal Üretim*, 46 (1).

Perilla, N., Cruz, M., De Belalcazar, F. ve Diaz, G. d., 1997, Effect of temperature of wet extrusion on the nutritional value of full-fat soyabeans for broiler chickens, *British Poultry Science*, 38 (4), 412-416.

Polat, M., Şayan, Y., Özkul, H. ve Polat, C., 2007, Kaba Yemlerin Rumende Protein Parçalanabilirliklerinin *in situ* Naylon Torba Tekniği ile Belirlenmesi, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg*, 44, 99-111.

Pond, W., Church, D., Pond, K. ve Schoknecht, P., 2005, Basic Animal Nutrition and Feeding. USA: John Wile & Sons, Inc.

Poos-Floyd, M., Klopfenstein, T. ve Britton, R., 1985, Evaluation of Laboratory Techniques for Predicting Ruminal Protein Degradation1, *Journal of Dairy Science*, 68 (4), 829-839.

Quin, J., Van der Wath, J. ve Myburgh, S., 1939, Studies on the alimentary tract of Merido sheep in South Africa. 4. Description of experimental technique, *Onderstepoort Journal of Veterinary Science*, 11, 341-360.

Raab, L., Cafantaris, B., Jilg, T. ve Menke, K., 1983, Rumen protein degradation and biosynthesis, *British Journal of Nutrition*, 50 (03), 569-582.

Rackis, J., Wolf, W. ve Baker, E., 1986, Protease inhibitors in plant foods: content and inactivation, In: Nutritional and toxicological significance of enzyme inhibitors in foods, Eds: Springer, p. 299-347.

Roe, M. B., Chase, L. ve Sniffen, C., 1991, Comparison of *in vitro* techniques to the *in situ* technique for estimation of ruminal degradation of protein, *Journal of Dairy Science*, 74 (5), 1632-1640.

Russell, J., 1984, Factors influencing competition and composition of the rumen bacterial flora, *Herbivore nutrition in the subtropics and tropics/edited by FMC Gilchrist and RI Mackie*.

Sacakli, P., Tuncer, S. D., Koksal, B. H., Selcuk, Z. ve Genc, B., 2011, The effect of xylose treatment on dry matter and crude proteın degradabılıty characterıstıcs of soybean meal, full fat soybean and soybean seed ın sheep, *Veterinarija ir Zootechnika*, 56 (78), 87-92.

Said, N., 1995, Extrusion processing of ingredients and feed, *International Symposium of Feed Production. Curitiba, Brazil*.

Sampath, K. T., Wood, C. D. ve Prasad, C. S., 1995, Effect of urea and by-products on the in-vitro fermentation of untreated and urea treated finger millet (Eleusine coracana) straw, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 67 (3), 323-328.

Sarıçiçek, B. Z., 1999, Etil Alkol ile Muamelenin Bazı Protein Kaynaklarının İn Situ Rumen Parçalanabilirliği Üzerine Etkisi, *Tr. J. of Veterinary and Animal Sicences*, 23, 515-522.

Serrano, X. ve Villalbi, E., 1999, The extrusion cooking process in piglet feeding, *Nutritional implications. Homatge al Dr. F. Puchal. Univesidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra, Barcelona. pp*, 188-197.

Shahidi, F. ve Naczk, M., 1995, Antioxidant properties of food phenolics, *Food phenolics: Sources, chemistry, effects and applications*, 235-277.

Stern, M. D., Bach, A. ve Calsamiglia, S., 1997, Alternative techniques for measuring nutrient digestion in ruminants, *Journal of Animal Science*, 75 (8), 2256-2276.

Stern, M. D., Bach, A. ve Calsamiglia, S., 2006, New concepts in protein nutrition of ruminants, *21st Annual Southwest Nutrition & Management Conference*, 45-62.

Susmel, P., Stefanon, B., Mills, C. ve Colitti, M., 1989, The evaluation of PDI concentrations in some ruminant feedstuffs: a comparison of *in situ* and *in vitro* protein degradability, *Ann. Zootech*, 38, 269-283.

Tamminga, S., Van Der Koelen, C. ve Van Vuuren, A., 1979, Effect of the level of feed intake on nitrogen entering the small intestine of dairy cows, *Livestock production science*, 6 (3), 255-262.

Thomason, D., 1987, Review of processing systems for full-fat soy, *En: Full fat soya. A regional Conference. American Soybean Association. Milan, Italy*, 114-122.

Tilley, J. ve Terry, R., 1963, A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops, *Grass and forage science*, 18 (2), 104-111.

TUİK, T. İ. K., 2016, Bitkisel Üretim İstatistikleri, www.tuik.gov.tr *[Ziyaret Tarihi: 20.04.2017]*.

Van der Koelen, C., Goedhart, P., Van Vuuren, A. ve Savoini, G., 1992, Sources of variation of the *in situ* nylon bag technique, *Animal Feed Science and Technology*, 38 (1), 35-42.

Van Soest, P. J., 1994, Nutritional ecology of the ruminant, Cornell University Press, p.

Van Soest, P. v., Robertson, J. ve Lewis, B., 1991, Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition, *Journal of Dairy Science*, 74 (10), 3583-3597.

Vanzant, E. S., Cochran, R. C. ve Titgemeyer, E. C., 1998, Standardization of *in situ* techniques for ruminant feedstuff evaluation, *Journal of Animal Science*, 76 (10), 2717-2729.

Vérité, R., Michalet-Doreau, B., Chapoutot, P., Peyraud, J. ve Poncet, C., 1987, Révision du système des protéines digestibles dans l'intestin (PDI), *Bull. Tech. CRZV Theix INRA*, 70, 19-34.

Waldo, D. ve Goering, H., 1979, Insolubility of proteins in ruminant feeds by four methods, *Journal of Animal Science*, 49 (6), 1560-1568.

Wijeratne, J., 2000, The process of dry extrusion, *Feed Technol*, 4 (2), 10-12.

Wilkerson, V., Klopfenstein, T. ve Stroup, W., 1995, A collaborative study of *in situ* forage protein degradation, *Journal of Animal Science*, 73 (2), 583-588.

Wohlt, J., Sniffen, C. ve Hoover, W., 1973, Measurement of protein solubility in common feedstuffs, *Journal of Dairy Science*, 56 (8), 1052-1057.

Wolin, M. J., 1960, A theoretical rumen fermentation balance, *Journal of Dairy Science*, 43 (10), 1452-1459.

Woods, V., O'Mara, F. ve Moloney, A., 2003, The nutritive value of concentrate feedstuffs for ruminant animals: Part I: *In situ* ruminal degradability of dry matter and organic matter, *Animal Feed Science and Technology*, 110 (1), 111-130.

Yalcin, S., Şehu, A. ve Önol, A., 1998, Straw degradability as a predictor of intake and growth rate in sheep, *Animal Science*, 67 (03), 485-490.

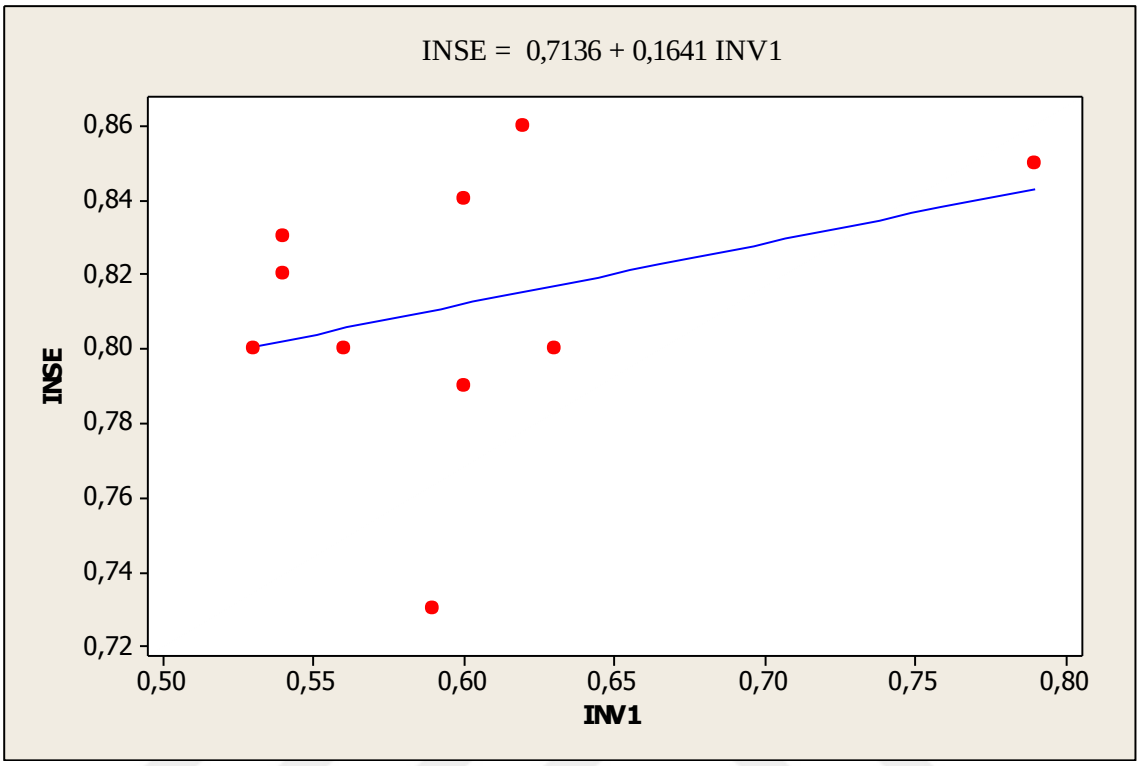
Yıldırır, M., 2005, Saanen x Kıl Keçi F1 Melezi Oğlaklarda Mannanoligosakkaritlerin (MOS) Besi Performansına Etkileri, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü*.

Yin, Y., Fatufe, A. A. ve Blachier, F., 2011, Soya bean meal and its extensive use in livestock feeding and nutrition, INTECH Open Access Publisher, p.

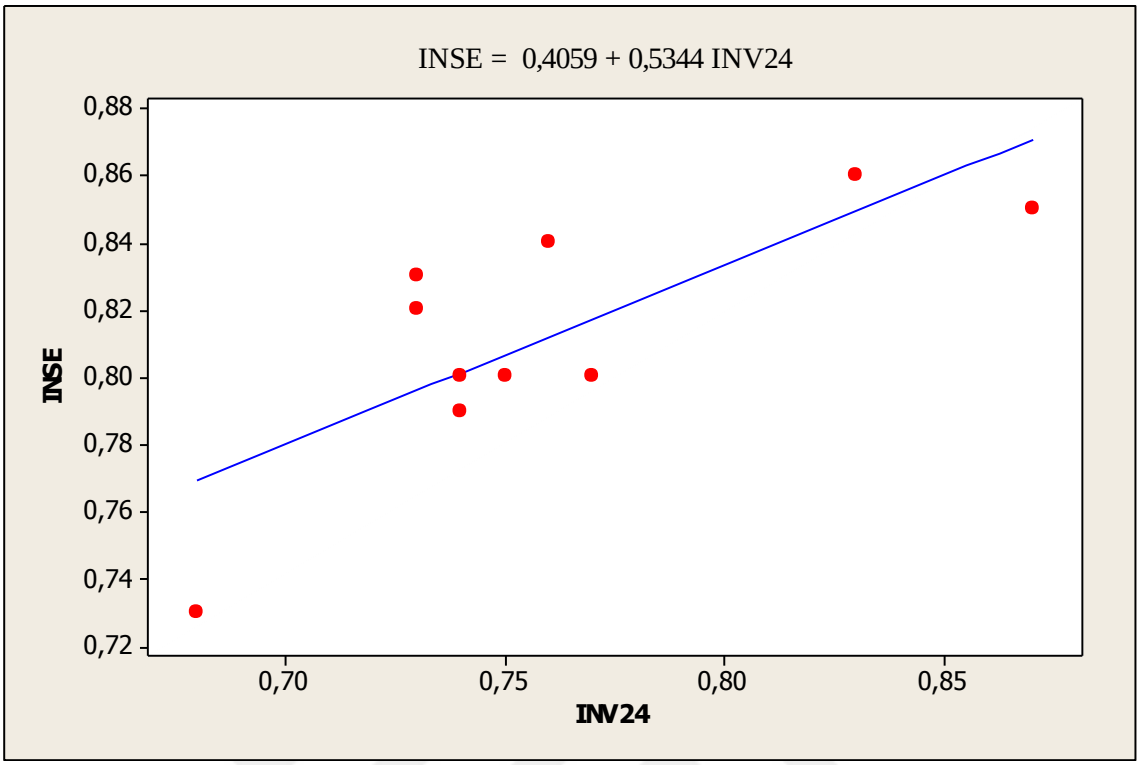
Yörük, M. A., Gül, M., Aksu, T. ve Bolat, D., 2003, Formaldehitle Muamele Edilmiş Soya Küspesinin Rumende Parçalanma Özellikleri, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14 (2), 1-5.

EKLER

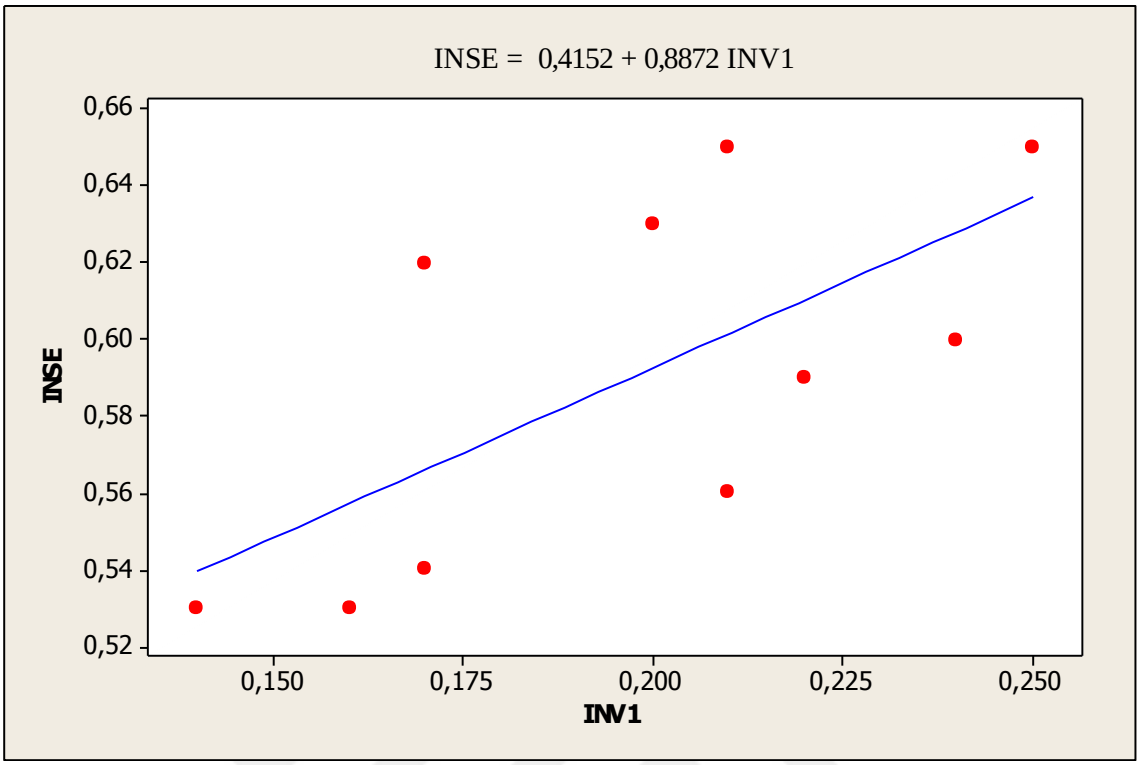
EK-1. TYS'nin INS_E ve INV_1 protein parçalanabilirliklerinin dağılımı



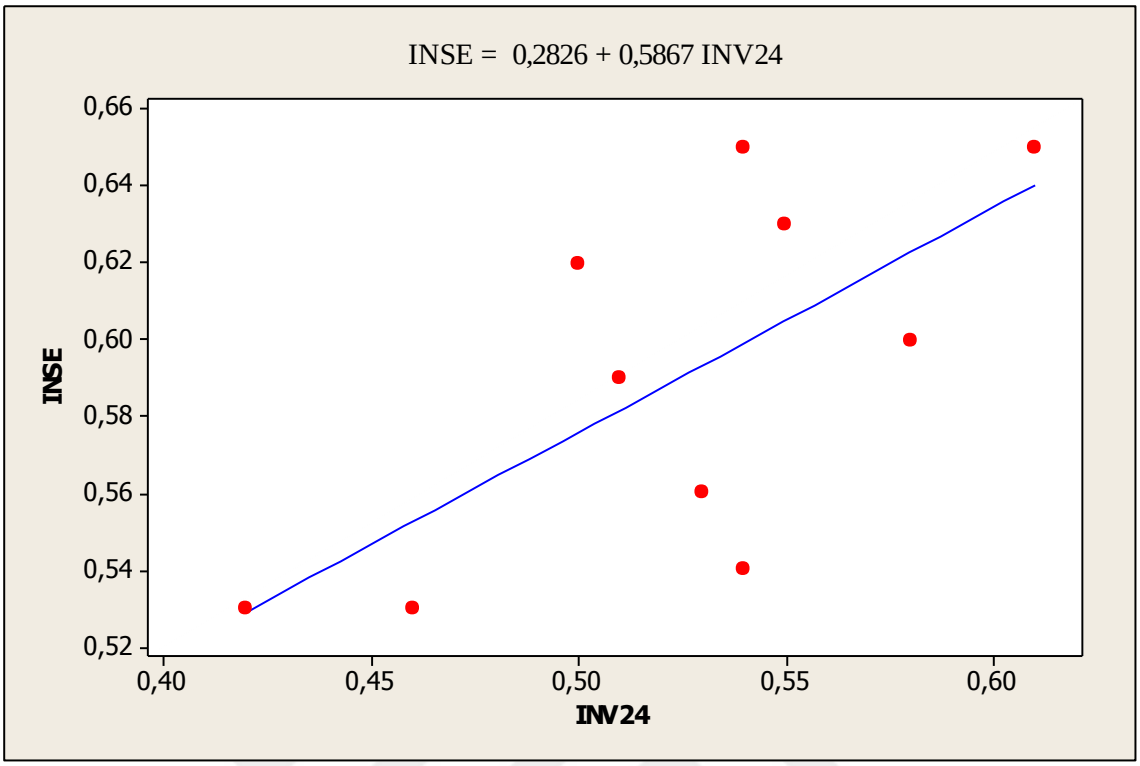
EK-2. TYS'nin INS_E ve INV_{24} protein parçalanabilirliklerinin dağılımı



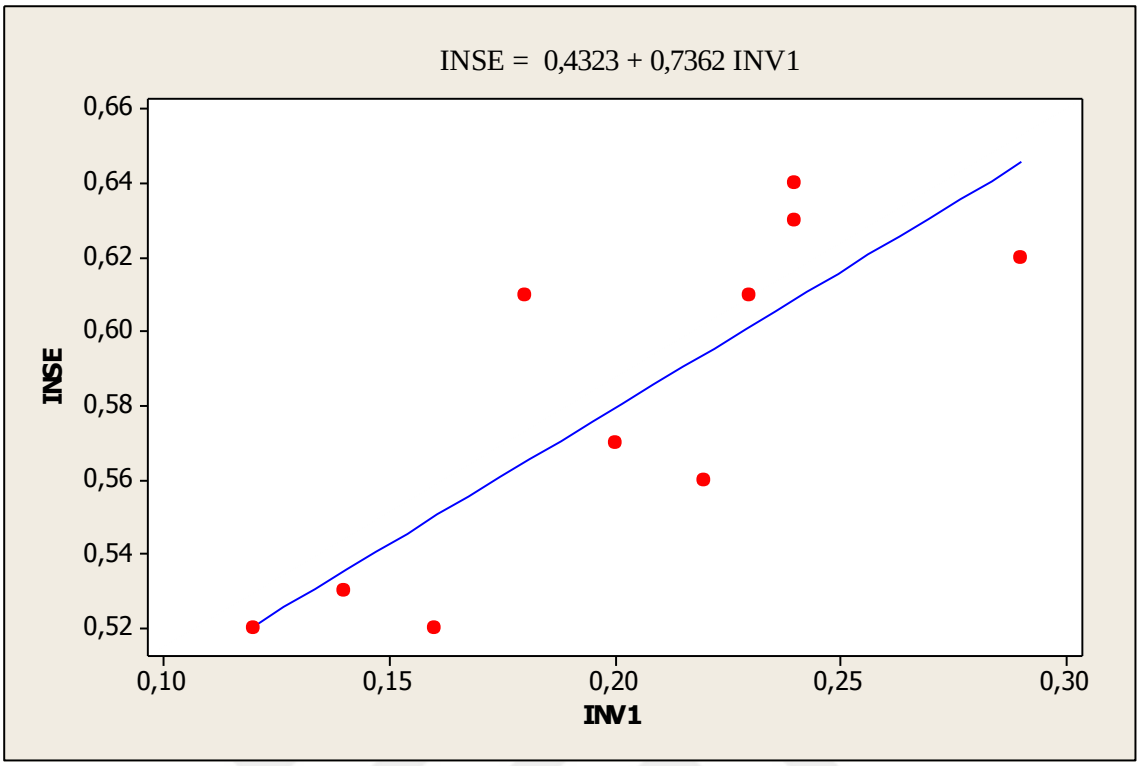
EK-3. SFK'nın INS_E ve INV_1 protein parçalanabilirliklerinin dağılımı



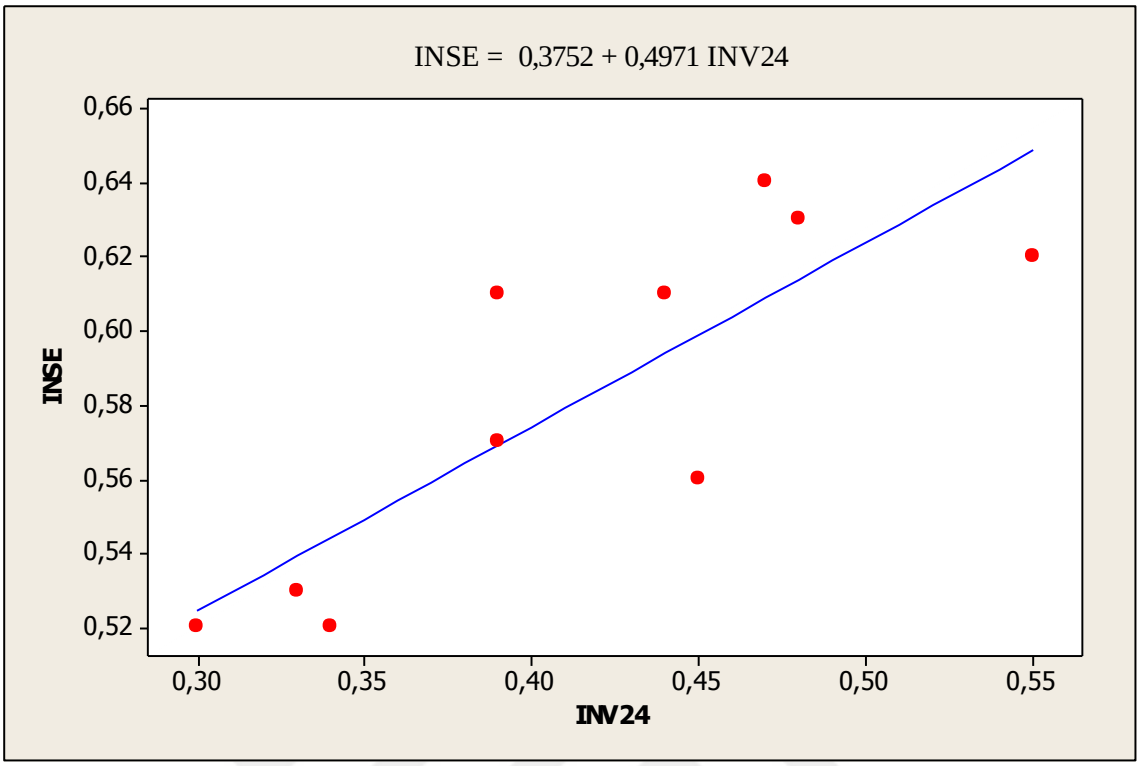
EK-4. SFK'nın INS_E ve INV_{24} protein parçalanabilirliklerinin dağılımı



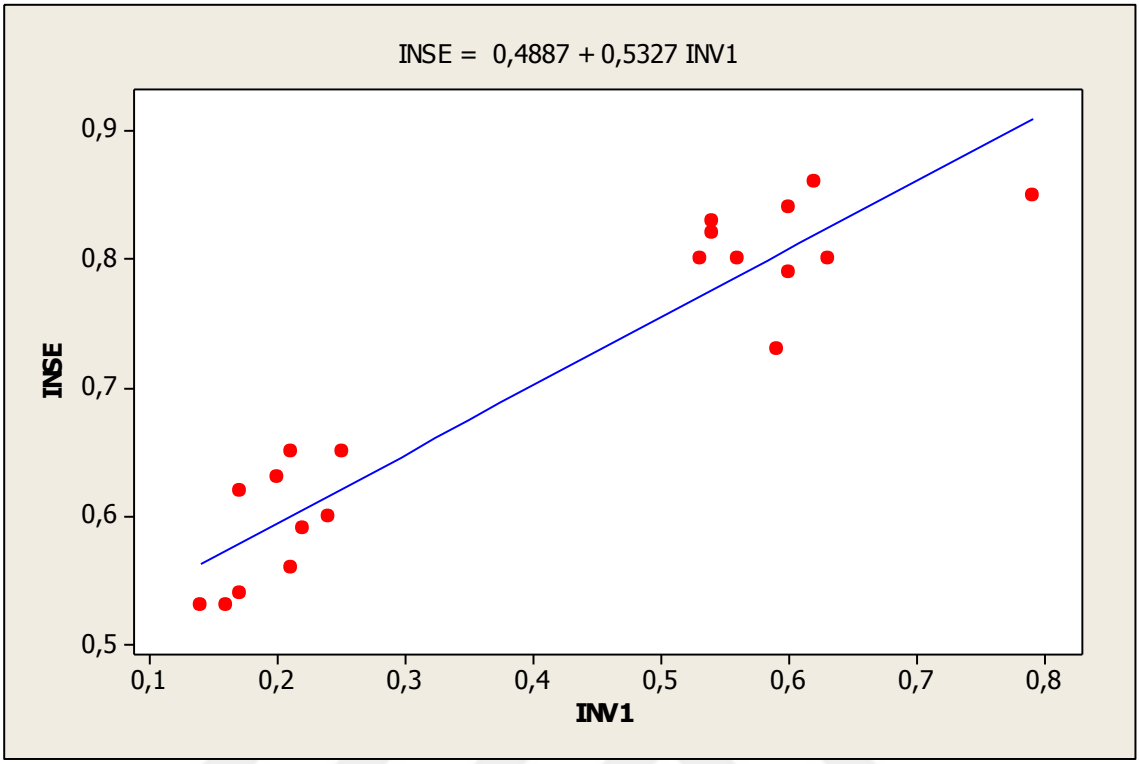
EK-5. ES'nin INS_E ve INV_1 protein parçalanabilirliklerinin dağılımı



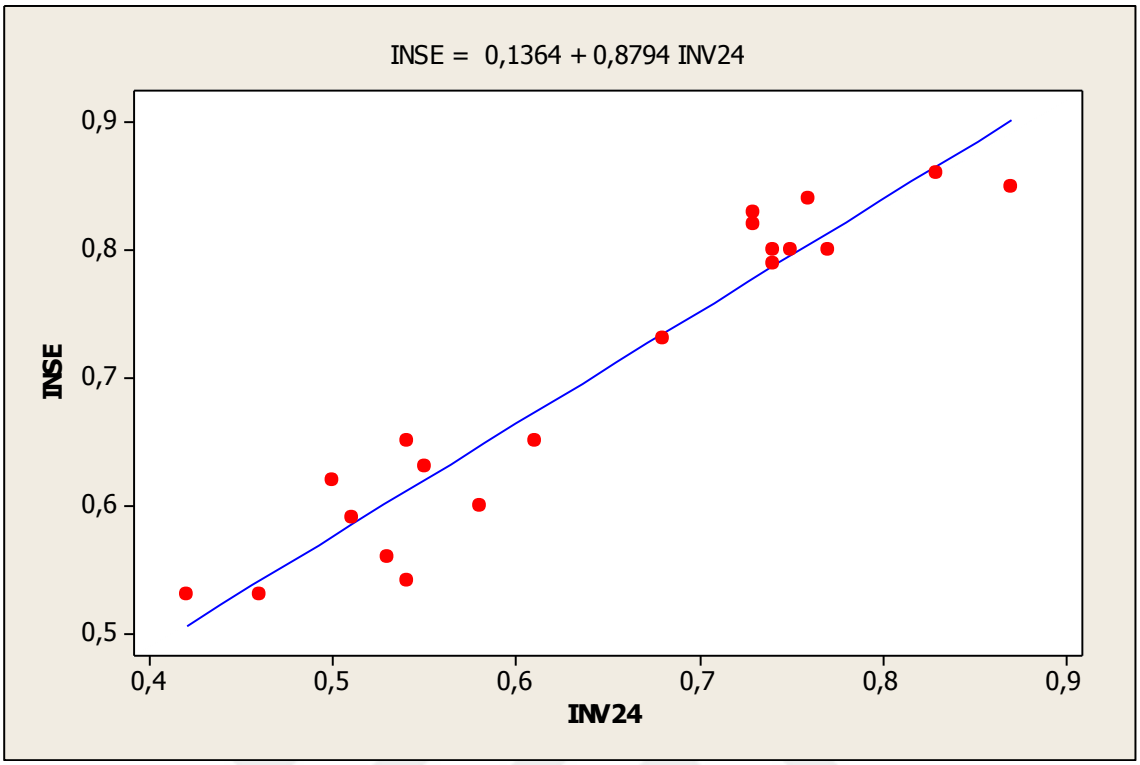
EK-6. ES'nin INS_E ve INV24 protein parçalanabilirliklerinin dağılımı



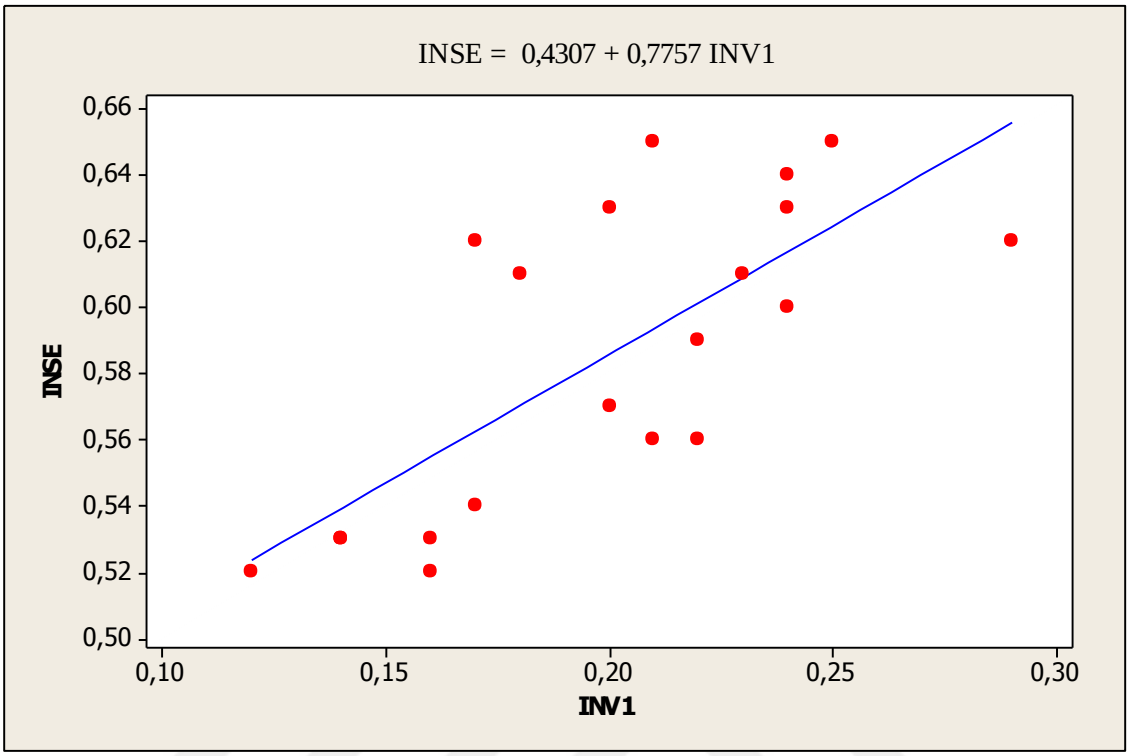
EK-7. TYS-SFK'nın INS_E ve INV_1 protein parçalanabilirliklerinin dağılımı



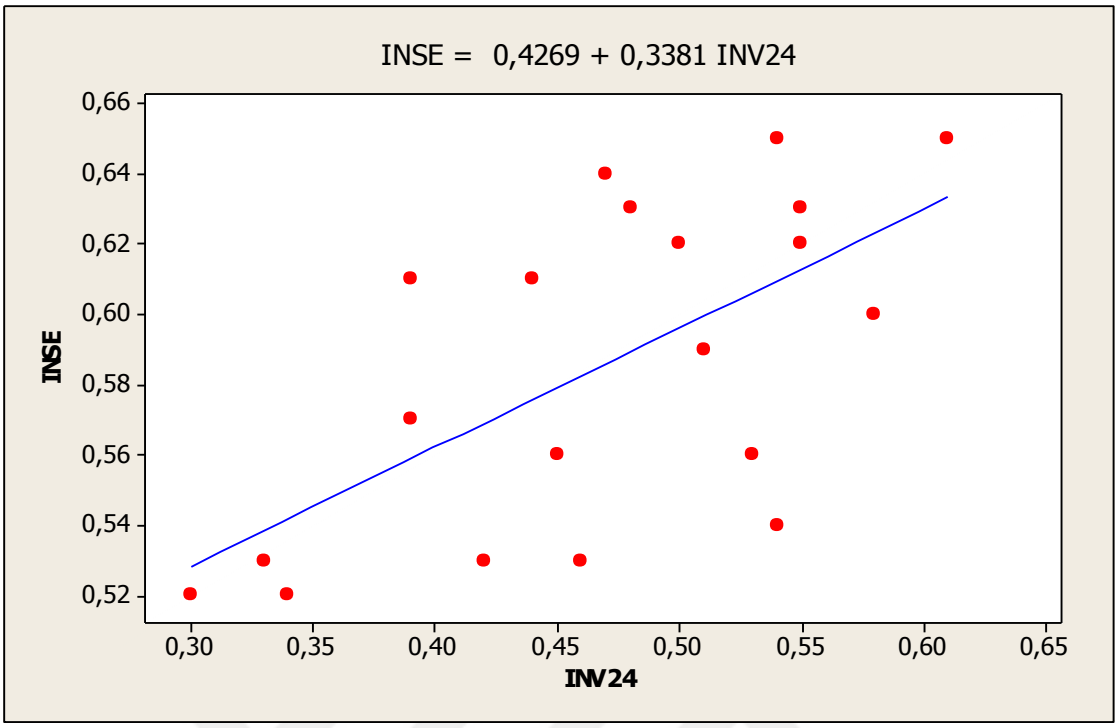
EK-8. TYS-SFK'nın INS_E ve INV_{24} protein parçalanabilirliklerinin dağılımı



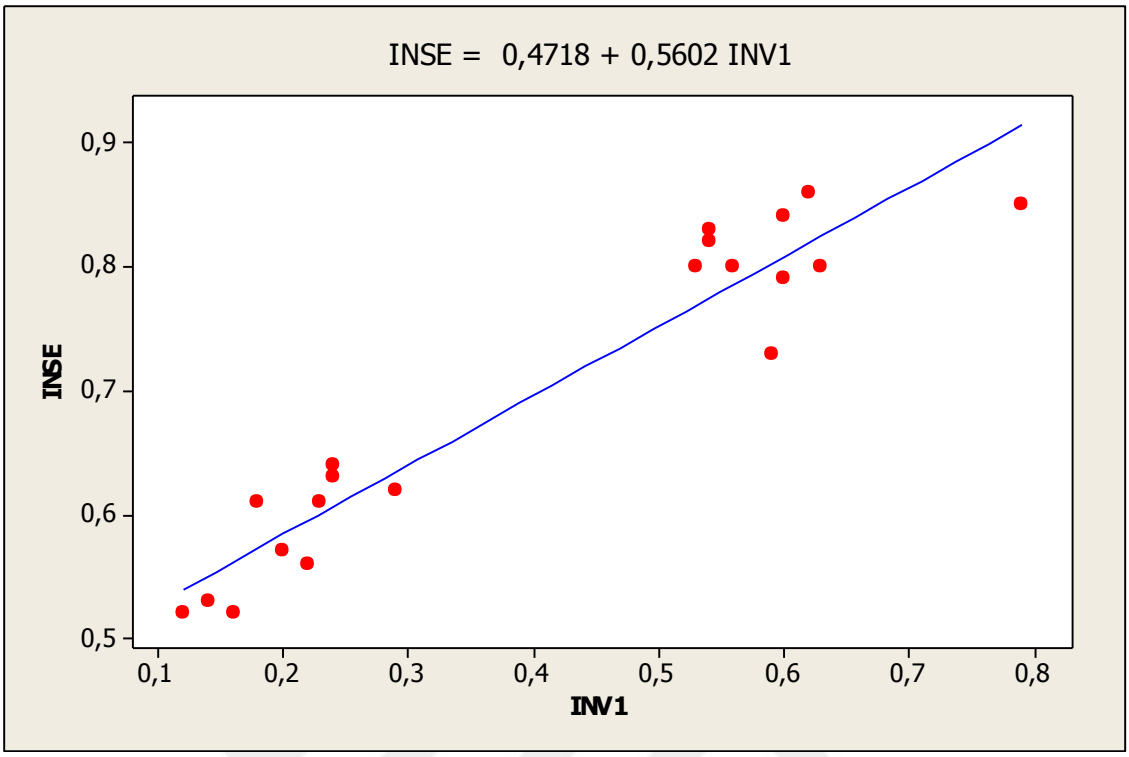
EK-9. SFK-ES'nin INS_E ve INV_1 protein parçalanabilirliklerinin dağılımı



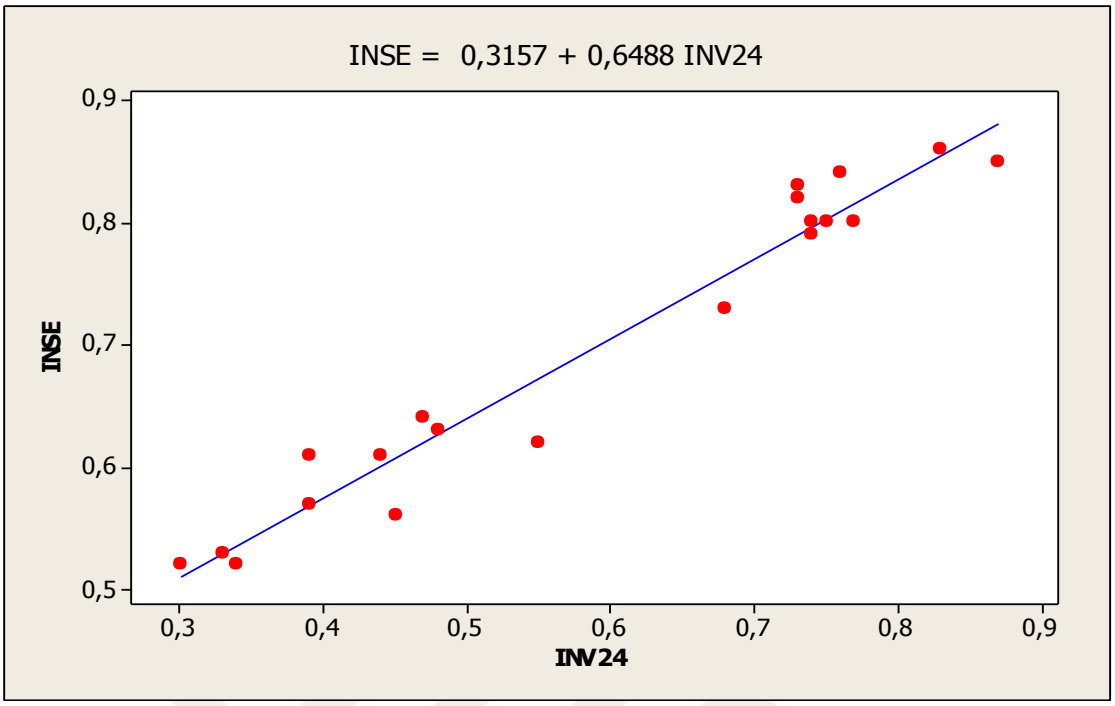
EK-10. SFK-ES'nin INS_E ve INV_{24} protein parçalanabilirliklerinin dağılımı



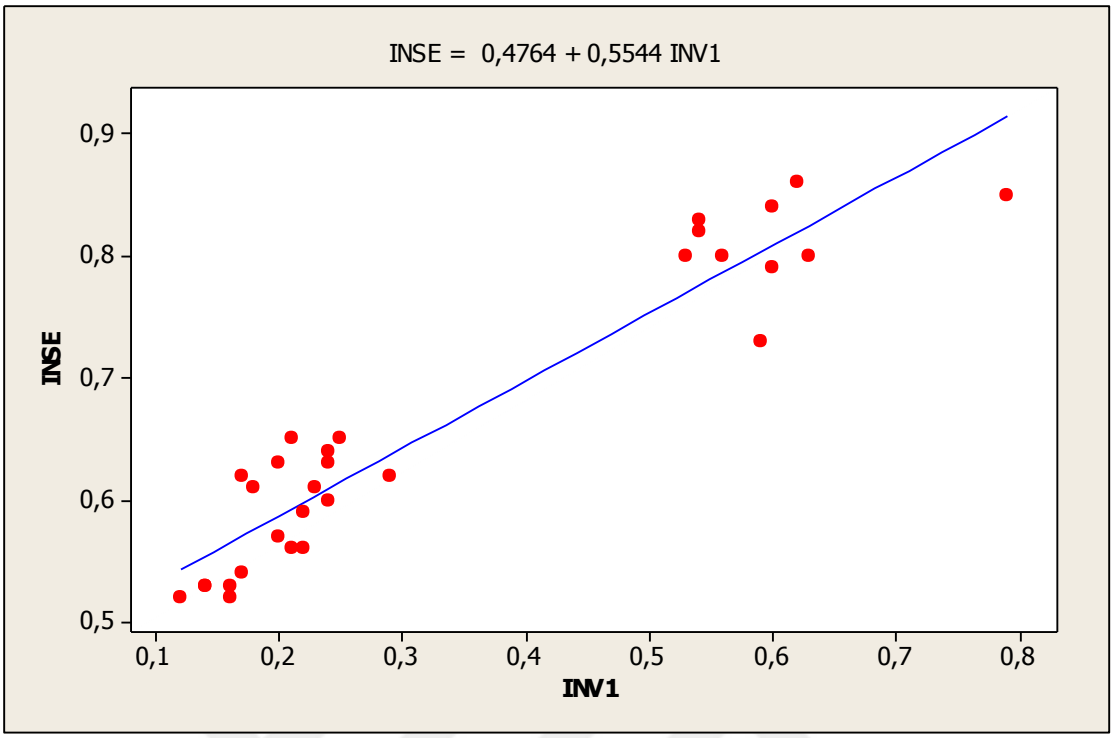
EK-11. TYS-ES'nin INS_E ve INV_1 protein parçalanabilirliklerinin dağılımı



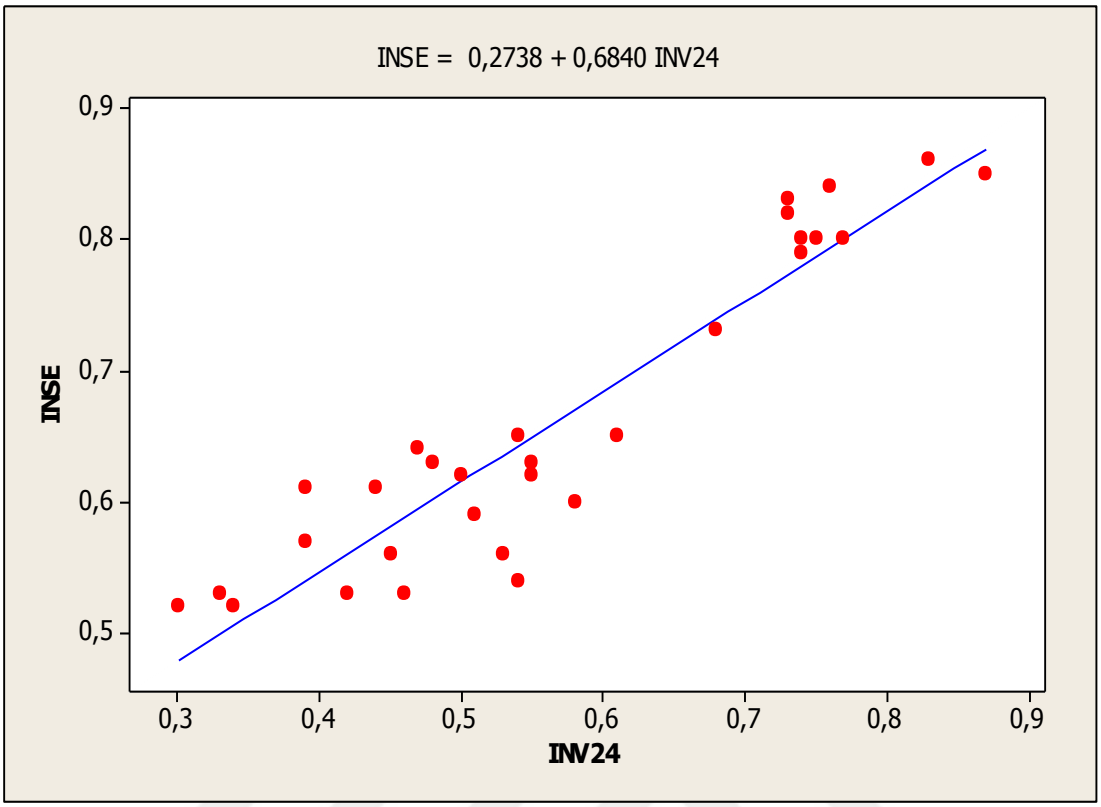
EK-12. TYS-ES'nin INS_E ve INV_{24} protein parçalanabilirliklerinin dağılımı



EK-13. TYS-SFK-ES'nin INS_E ve INV_1 protein parçalanabilirliklerinin dağılımı



EK-14. TYS-SFK-ES'nin INS_E ve INV_{24} protein parçalanabilirliklerinin dağılımı



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Arzu EROL TUNÇ
Uyruğu	**:**	TC
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Merzifon/09.02.1986
Telefon	**:**	05358302356
Faks	**:**	
e-mail	**:**	ar.zoo@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı. İlçe. İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	**Halide Edip Lisesi. Yenimahalle. Ankara**	**2003**
Üniversite	:	**Selçuk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Zootekni Bölümü. Konya**	**2008**
Yüksek Lisans	:	**Selçuk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Zootekni Anabilim Dalı. Konya**	**2011**
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2011	**Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve Eğitim Merkezi. Lalahan. Ankara**	**Araştırmacı**

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

ÜDS: 56.25; KPDS:59

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

Erol A., Cufadar Y., 2010, Yumurta tavuklarının rasyonlarında kullanılan kalsiyum kaynaklarının yumurta kabuk kalitesine etkisi, Kümes Hayvanları Kongresi, 7-9 Ekim 2010, Kayseri.

Erol, A. and Cufadar, Y. 2012. Effect of Different Calcium Sources Addition to Diets on Performance and Egg Shell Quality in Layer Hens International Conference of Ecosystems (Ice 2012) Tirana, Albania, June 1-6, 2012 Abstract book, pp: 96. (Yüksek Lisans Tezinden Özetlenmiştir)

Erol Tunç A.,2014, Nar posası ve nar kabuklarının alternatif yem kaynağı olarak ruminant beslemede kullanımı, Uluslararası Katılımlı Küçükbaş Hayvancılık Kongresi, 16-18 Ekim 2014, Konya, Türkiye, S: 182-183.

Erol Tunç A. ve Cufadar Y., 2016, Ketencik Küspesinin Ruminant Hayvanların Beslemesinde Kullanımı, 1. Hayvan Besleme Bilim Kongresi, 28 Eylül-1 Ekim 2016 Antalya/Türkiye.

Yaman S., Erol Tunç A., Ünay E. ve Yıldırım Şenyer G., 2016, In Situ Degradability of Canola Meals Imported by Feed Plants. VIIth International Symposium Feed Technology. Novi Sad, 25-27 October. (Abstract)

Tunç A. E, Cufadar Y. ve Yaman S., 2017, Estimation of Relationship Between In Situ and In Vitro Rumen Protein Degradability of Extruded Full Fat Soybean. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 5(10): 1237-1242. (Doktora Tezinden Özetlenmiştir)