

T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TAVUK DERİSİNDEN JELATİN ELDESİNİN YANIT YÜZEY
YÖNTEMİ İLE OPTİMİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Kıymet YILDIZ
DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Gökhan BORAN

VAN-2017

T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TAVUK DERİSİNDEN JELATİN ELDESİNİN YANIT YÜZEY
YÖNTEMİ İLE OPTİMİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Kıymet YILDIZ

VAN-2017

KABUL VE ONAY SAYFASI

Gıda Mühendisliği Anabilim dalında Yrd. Doç. Dr. Gökhan BORAN danışmanlığında, Kıymet YILDIZ tarafından sunulan “Tavuk Derisinden Jelatin Eldesinin Yanıt Yüzey Yöntemi İle Optimizasyonu” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili hükümleri gereğince 16/06/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK

İmza:

Üye: Yrd. Doç. Dr. Mustafa Şamil ARGUN

İmza:

Üye: Yrd. Doç. Dr. Gökhan BORAN

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

Prof. Dr. Suat ŞENSOY

Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Kıymet YILDIZ



ÖZET

TAVUK DERİSİNDEN JELATİN ELDESİNİN YANIT YÜZEY YÖNTEMİ İLE OPTİMİZASYONU

YILDIZ, Kıymet

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Gökhan BORAN

Haziran 2017, 33 sayfa

Jelatin, en çok domuz deri ve kemiğinden elde edilen, çok fonksiyonlu ve pek çok kullanım alanı olan doğal bir proteindir. Son yıllarda alternatif hammaddeler üzerine pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, kanatlı işleme artıklarından biri olan tavuk derisinin jelatin üretiminde kullanım potansiyeli araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, tavuk derisinin %51.5 su, %35.0 yağ, %11.5 protein ve %0.6 mineral içerdiği tespit edilmiştir. Hidroksiprolin içeriğine dayanarak yapılan hesaplamalara göre tavuk derisinin içerdiği proteinin %90'dan fazlasının kolajen olduğu tahmin edilmektedir. Optimizasyon çalışmasında, 3 düzeyli 4 faktör ve 2 merkezi nokta ile 26 deneme içeren merkezi karma desen kullanılmıştır. Seyreltik alkali (1) ve asit (2) işleme süresi, ekstraksiyon sıcaklığı (3) ve süresi (4) bağımsız değişkenler, hidroksiprolin miktarı ve jel gücü ise bağımlı değişkenler olarak izlenmiştir. Bağımlı değişkenleri en yüksek düzeye çıkaran koşullar sırasıyla 139 ve 180 dakikalık alkali ve asit ile muamele ve 55 °C'de 7 saat süreyle ekstraksiyon olarak belirlenmiştir. Bu koşullarda elde edilen jelatinin jel gücü 162.9 g ve elde edilen hidroksiprolin verimi %70.2'dir. Elde edilen protein miktarı göz önüne alındığında başlangıçtaki yağ deri miktarına göre %6.6 protein verimi elde edilmiştir. Bu çalışma, yağ içeriğinin etkin bir şekilde ayrılması koşulu ile tavuk derisinin jelatin üretiminde hammadde olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Ekstraksiyon, Jelatin, Tavuk Derisi, Yanıt Yüzeyi Metodu.



ABSTRACT

OPTIMIZATION OF GELATIN EXTRACTION FROM CHICKEN SKIN BY RESPONSE SURFACE METHODOLOGY

YILDIZ, Kıymet

Master of Science Thesis, Food Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Gökhan BORAN

June 2017, 33 pages

Gelatin, mostly obtained from porcine skin and bones, is a multi-functional and natural protein with many applications in different fields. In the last decade, many studies were published on alternative raw materials. In this study, chicken skin, as one of the poultry processing by-products, was evaluated for its potential in gelatin manufacturing. According to the results obtained, chicken skin was composed of 51.5% water, 35.0% oil, 11.5% protein and 0.6% minerals. Based on hydroxyproline content, it was estimated that over 90% of its protein being collagen. In optimization study, 26 trials with 4 factors at 3 levels, and 2 central points were run based on a central composite design. Processing time with diluted alkali (1) and acid (2), extraction temperature (3) and time (4) were independent variables while hydroxyproline content and gel strength were followed as dependent variables. Extraction conditions maximizing dependent variables were 139 and 180 minutes processing time for diluted alkali and acid treatments, respectively, and extraction at 55 °C for 7 hours. Gelatin obtained under these conditions, was expected to show a gel strength of 162.9 g and to give 70.2% hydroxyproline yield. Based on the protein amount in comparison with the amount of raw skin used, 6.6% protein yield was achieved. This study showed that chicken skin can be used as a raw material in gelatin production as long as its oil content was efficiently removed.

Keywords: Chicken Skin, Extraction, Gelatin, Response Surface Method.



ÖN SÖZ

Bu tez çalışmasında, her türlü ilgi ve yardımını esirgemeyen danışmanım Yrd. Doç. Dr. Gökhan BORAN’a teşekkür ederim. Ayrıca çalışmalarımda bilgi ve yardımını esirgemeyen Öğr. Gör. Ümran CANSU’ya teşekkürlerimi sunarım.

Kıymet YILDIZ

VAN, 2017





İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ.....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	8
3.1. Materyal.....	8
3.2. Yöntem.....	9
3.2.1. Kimyasal analizler.....	9
3.2.1.1. Kuru madde oranının belirlenmesi.....	9
3.2.1.2. Mineral madde miktarının belirlenmesi.....	9
3.2.1.3. Protein miktarının belirlenmesi.....	9
3.2.1.4. Yağ miktarının belirlenmesi.....	10
3.2.2. Kolajen İzolasyonu.....	11
3.2.2.1. Alkali (NaOH) ile işleme.....	13
3.2.2.2. Asit ile (HCl) ile işleme.....	14
3.2.3. Jelatin eldesinin optimizasyonu.....	14
3.2.3.1. Ekstraksiyon	15
3.2.4. Bağımlı değişkenlerin belirlenmesi.....	16
3.2.4.1. Hidroksiprolin analizi.....	16
3.2.4.2. Jel örneklerinde jel gücü analizi.....	17
3.2.5. Ekstraksiyon veriminin hesaplanması.....	17
3.2.6. İstatistik analizler.....	18

4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	19
	Sayfa
4.1. Kimyasal Kompozisyon Bulguları.....	19
4.2. Kolajen İzolasyonu.....	20
4.3. Jelatin Eldesinin Optimizasyonu.....	24
4.4. Bağımlı Değişkenler.....	27
4.5. Ekstraksiyon Verimi.....	28
5. SONUÇ.....	29
KAYNAKLAR.....	31
ÖZ GEÇMİŞ.....	33



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Bağımsız değişkenler ve düzeyleri.....	11
Çizelge 3.2. Optimizasyon çalışmasının deneme deseni.....	13
Çizelge 4.1. Hammadde ve jelatinin kimyasal kompozisyonu.....	19
Çizelge 4.2. Optimizasyonda elde edilen deneysel ve tahmini veriler.....	25



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. A. Tavuk derisi, B. Bütün, C. 3×3 cm, D. Öğütülmüş.....	8
Şekil 3.2. A. 3×3 cm Deri, B. Ön işlemlerden sonra elde edilen deri, C. Ekstraksiyon çözeltisi, D. Yaprak jelatin.....	12
Şekil 3.3. Tavuk derisinden jelatin üretiminin genel akış şeması.....	16
Şekil 4.1. A. 3×3 Deri, B. Yağ, C. Yağsız deri, D. Kuru jelatin.....	21
Şekil 4.2. A. 3×3 cm Deri, B. Yağ, C. Yağsız deri, D. Kuru jelatin.....	21
Şekil 4.3. HYP verimi için regresyon parametreleri	22
Şekil 4.4. Jel gücü için regresyon parametreleri	22
Şekil 4.5. Jel gücü ve HYP verimi için yanıt yüzey grafikleri	23
Şekil 4.6. Jel gücü ve HYP verimi için deneysel ve tahmini sonuçların ilişkisi...	24
Şekil 4.7. Ekstraksiyon çözeltileri, deri artıkları ve yaprak jelatin	26
Şekil 4.8. Bağımsız ve bağımlı değişkenler arasındaki ilişki.....	27



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

cP

Santi Poise

HCl

Hidroklorik asit

kDa

Kilo Dalton

N

Azot

NaOH

Sodyum hidroksit

pH

Aktif asitlik

w/v

Ağırlık/hacim

°C

Santigrat derece

Kısaltmalar

Açıklama

RSM

Response Surface Methodology
(Yanıt Yüzey Yöntemi)



1. GİRİŞ

Jelatin, hayvansal bir bağ doku proteini olan kolajenin kısmi hidrolizi ile elde edilen ve 30 kDa'dan büyük olan kolajen parçalarına verilen genel bir isimdir. Jelatin, sığır ve domuz gibi hayvanların deri ve kemiklerinden elde edilen yüksek saflıkta bir protein ürünüdür (Yetim, 2011). Kolajenin yapı taşı olarak bilinen tropokolajen molekülü 3 adet polipeptid zincirinin sarmal bir yapı oluşturması ile meydana gelmektedir. Polipeptid zincirlerindeki glisin (Gly), kolajende bulunan aminoasitlerin tek başına %33'ünü, prolin (Pro) ve hidroksiprolin (Hyp) ise %22'sini oluşturmaktadır. Kolajenin yapısında bulunan ve alfa (α) zincir olarak adlandırılan bu polipeptid zincirleri, Gly-X-Y şeklinde bir genel aminoasit dizilimine sahiptir. Bu tekrar eden dizilimin X pozisyonunda genellikle Pro, Y pozisyonunda ise genellikle hidroksiprolin bulunmaktadır. Glisin, prolin ve hidroksiprolin ile diğer aminoasitler arasında oluşan H bağları, kolajenin kendine has sağlamlığını ve esnekliğini sağlamaktadır. Kolajenin hidrolizi sırasında moleküller arasındaki H bağları, diğer çapraz bağlar ve bazı aminoasitler arasındaki kovalent bağlar kopar ve daha düşük molekül ağırlıklı polipeptid zincirleri ortaya çıkar (Boran, 2011).

Jelatin, kolajen gibi sıradan bir molekülün nasıl çok fonksiyonlu bir yapıya dönüşebileceğine dair gösterilebilecek en iyi örneklerden biridir. Jelatinin kalitesi, üretimde kullanılan hammaddenin kalitesi ve üretim tekniği ile ilgilidir. Aminoasit içeriği açısından, A tipi jelatin ile kolajen hemen hemen birbirinin aynısıdır. B tipi jelatinde ise glutamin ve asparajin aminoasitlerinin neredeyse tamamı glutamik asit ve aspartik asite dönüşür. Kolajen ve dolayısıyla jelatin içerisinde triptofan neredeyse hiç yoktur. Metiyonin, sistin ve tirozin aminoasitlerinin oranı ise yok denecek kadar azdır. Dolayısıyla jelatin, besin değeri düşük ancak su tutucu, kıvam artırıcı, jelleştirici, yapıştırıcı, taşıyıcı gibi önemli fonksiyonel özellikleri olan ve bu özellikleri nedeniyle pek çok alanda tercih edilen bir hidrokolloiddir (Ockerman ve Hansen, 1998).

Jelatin üretimi üç temel aşamada gerçekleştirilir: (A) Kolajen içeren dokuların jelatin üretimine hazırlanması (yıkama, küçük parçalara bölme, safsızlıkları ayırma, seyreltik asit ve/veya alkali ile yıkama, yağ ve tuzların uzaklaştırılması, kolajen içeren

dokunun belli bir dereceye kadar ölçülü bir şekilde yıpratılması ile jelatin ekstraksiyonuna hazır hale getirilmesi). (B) Jelatin ekstraksiyonu (ekstraksiyona hazırlanan dokuların 40°C'nin üzerindeki sıcaklıklardaki suda karıştırılarak bekletilmesi). (C) Ekstraksiyon çözeltisinin süzülmesi ve buharlaştırılması (40-80°C arasındaki sıcaklıklarda ısıl muamele ya da dondurarak kurutma uygulanarak), elde edilen kalıntının öğütülmesi ve ambalajlanması. ilk aşamada kullanılan yıkama çözeltisi seyreltik asit ise elde edilen jelatin A tipi, seyreltik alkali ise elde edilen jelatin B tipi olarak sınıflandırılır (Hinterwaldner, 1977; Petersen ve Yates, 1977). Genellikle hammadde deri ise A tipi jelatin, kemik ise B tipi jelatin üretimi gerçekleştirilir (Hinterwaldner, 1977).

Jelatin ülkemizde ve birçok dünya ülkesinde yaygın olarak kullanılan önemli bir endüstriyel katkıdır. Gıda, kozmetik, ilaç ve boya endüstrilerinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Birçok fonksiyonel özelliği aynı anda yapısında barındıran ve arzu edilen amaca göre üretilen jelatin yapıştırıcı, kıvam artırıcı, köpük önleyici ve emülgatör olarak kullanılabilir. Jelatin, sahip olduğu eşsiz fonksiyonel özellikleri nedeniyle çok amaçlı bir gıda katkısıdır ve en yaygın kullanıldığı alanlardan biri gıda endüstrisidir (Ledward, 2000). Gıda endüstrisinde jelatin hidrolizatları, gıdalara eklenme yanında bira, şarap ve meyve sularının berraklaştırılmasında kullanılır. Şekerleme endüstrisinde jelatin, ısıl tersinir jel oluşturma özelliği, köpük oluşturma ve stabilizasyonu, bağlama, emülsifikasyon ve kontrollü şeker kristalizasyonu gibi fonksiyonları icra ettiği için özellikle bu alanda çok fazla kullanılmaktadır (Schrieber ve Gareis, 2007; Haug ve Draget, 2009). Jelatin, ilaç sanayinde ilaçların ve vitaminlerin kaplanması kullanılmaktadır. Buna ek olarak jelatin tıpta kullanılan serumlarda, kapsüllerde, tabletlerde, damlalarda ve yeni geliştirilen aşıların formülasyonlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Kolajen ve jelatinin kullanıldığı diğer bir sektör ise kozmetik endüstrisidir. Sığır, domuz ve balık kökenli kolajen ve jelatin saç ve deri bakım ürünlerinde kullanılan ve önemli fonksiyonları yerine getiren ürünlerdir (Yetim, 2011).

Jelatin, dünyada en çok domuz ve sığırın deri ve kemiğinden, ülkemizde ise sadece sığır derisinden üretilmektedir. Özellikle farklı inançlar nedeniyle jelatinin hangi hayvandan üretildiği önem arz etmektedir. Örneğin, Müslümanlar ve Museviler domuz

kaynaklı jelatin konusunda hassasken Hindular sığır kaynaklı jelatin konusunda hassasiyet göstermektedir. Bazı vejetaryenler sığır ve domuz kaynaklı jelatin konusunda hassasiyet taşıırken balık ve tavuk kaynaklı jelatini onaylamaktadır. Bu nedenle, jelatin üretiminde alternatif kaynakların değerlendirilmesi üzerine son yıllarda pek çok çalışma yapılmıştır.

Dünyada tavuk eti üretimi ve tüketimi, tavuğun diğer bazı hayvansal ürünlere göre daha az yağlı, protein değeri yüksek, vitamin ve mineral açısından zengin olmakla beraber fiyatının da daha ucuz olması gibi nedenlerle dünya üretimi ve tüketimi giderek artmaktadır. Dünyada, 2000 yılında 68.7 milyon ton olan kanatlı eti üretimi %58 artışla 2014 yılında 108.7 milyon tona ulaşmıştır. Dünyada, 2000 yılında 58.5 milyon ton olan tavuk eti üretimi %62 artışla 2014 yılında 95.3 milyon tona ulaşmıştır. Dünyada, piliç eti üretimi ise 2014 yılında 87.4 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. 2014 yılında üretilen kanatlı etinin %88'i tavuk eti, tavuk etinin %92'si piliç etidir. 2014 yılında tavuk etinin %43.3' ünü Amerika kıtası sağlamıştır. Asya Kıtası %32.9 ile ikinci sırada, Avrupa kıtası ise %17.1 ile üçüncü sırada yer almaktadır. Dünya tavuk eti üretiminde Amerika Birleşik Devletleri, Çin ve Brezilya açık ara öndedir. Türkiye ise onuncu sırada yer almaktadır. Türkiye kanatlı eti üretimi 2014 yılı kanatlı eti üretimi, 2013 yılına göre %8.8 artış gösterdi. 2000 yılında 742.382 ton olan kanatlı eti üretimi 2014 yılında 2.088.800 tona ulaşmıştır. 2000-2014 arasında Türkiye kanatlı eti üretimi 2.8 kat artmıştır. Türkiye kanatlı eti üretiminin %93'ünü piliç eti oluşturmaktadır. Türkiye piliç eti üretimi 2000 yılında 662.096 ton iken 2014 yılında 1.942.000 tona ulaşmıştır. Türkiye'de kişi başına düşen piliç eti tüketimi 1990'da 2.9 kg iken 2014'de 20.7 kg olarak gerçekleşmiştir (BESD-BİR, 2015). Yurtiçi tavuk eti satışının %75'i bütün tavuk, geri kalan %25'i ise parça tavuk etinden oluşmaktadır. Parça tavuk eti satışının %73'ünü but-göğüs, %11'ini taşlık, %6'sını boyun, %6'sını kanat, %4'ünü ise fileto şeklindeki parça etler oluşturmaktadır.

Bu nedenlerden dolayı ülkemizde ve diğer dünya ülkelerinde tavuk ve işlenmiş tavuk ürünleri üretiminin artışı ile birlikte tavuk artıklarının değerlendirilmesi önem kazanmaktadır. Tavuk işlendikten sonra kalan artıklar zengin besin içeriği nedeniyle hayvan yemlerine katılmaktadır. Tavuk derisi jelatini üzerine çok az sayıda çalışma

yapılmıştır. Yapılan literatür araştırmasında konuyla ilgili bir çalışmada tavuk derisinden jelatin ekstraksiyonu yapıldığı ve elde edilen jelatinin kalite özelliklerinin belirlendiği anlaşılmıştır (Sarbon ve ark., 2013).

Bu çalışmada, tavuk işleme artıklarından biri olan tavuk derisinin yüksek katma değere sahip jelatin üretiminde kullanılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında, Jelatin ekstraksiyonundan önce, deri örneklerinden et kalıntıları, yağ ve diğer safsızlıklar uzaklaştırılmıştır. Kolajen içeren dokunun şişmesi ve jelatin ekstraksiyonuna hazır hale getirilmesi için seyreltik alkali ve asit ile yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Seyreltik alkali ve asit ile işleme için işlem süresi bağımsız değişken olarak belirlenmiştir. Alkali ve asit konsantrasyonları için deneme yanılma yöntemi ile farklı alkali (NaOH) ve asit (HCl) konsantrasyonları uygulanarak (0.1, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.5 N) en iyi sonucu veren alkali ve asit konsantrasyonu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, 0.1 N alkali (NaOH) ve 0.1 N asit (HCl) en düşük protein kaybına neden olurken safsızlıkları en etkin şekilde ayıran konsantrasyon olduğu değerlendirilmiştir. Doku kontrollü olarak yıpratılarak jelatin ekstraksiyonu aşamasına geçilmiştir. Daha sonra, çeşitli koşullarda jelatin ekstraksiyonu yapılarak jelatin ekstraktı elde edilmiştir. Elde edilen sıvı jelatin ekstraktının kurutularak suyu uzaklaştırılmış ve jelatin yaprakları elde edilmiştir.

Endüstriyel olarak uygulanan evaporasyon işleminde jelatin tünel kurutucularda sıcak hava ile kurutulup yaprak, granül veya toz haline getirilmektedir (Haug ve Draget, 2009). Bu çalışmada optimum koşullar belirlenmiş ve bu koşullarda elde edilen tavuk derisi jelatininin bazı kalite özellikleri (jel gücü, biyokimyasal kompozisyonu ve hidroksiprolin miktarı) belirlenmiştir.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Kittiphattanabawon ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada, Palyaço balığı derisinden farklı ekstraksiyon koşullarında jelatin elde edilmiş ve elde edilen jelatinler jel gücü gibi kalite özellikleri bakımından sığır kemiği jelatini ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, Palyaço balık derisi jelatininin ekstraksiyon sıcaklığı ve süresinden etkilendiği, 45 ve 65 °C’de elde edilen jelatinin (225-284 g) sığır kemiği jelatininden (185 g) daha yüksek jel gücüne sahip olduğunu göstermiştir.

Jridi ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada, mürekkep balığı (*Sepia officinalis*) derisinden jelatin ekstraksiyonu verimini etkileyen en önemli parametreler belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, alkali (NaOH) konsantrasyonu, asit reaktifi (asetik asit), enzimle muamele, ısıtma işlem sıcaklığı ve santrifüj süresinin jelatin verimini etkileyen en önemli faktörler olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, elde edilen mürekkepbalığı derisi jelatini fizikokimyasal özellikler bakımından sığır jelatini ile karşılaştırılmıştır. Tekstürel özelliklerden sertlik, elastikiyet ve yapışkanlık özelliklerinin sığır jelatinine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Buna ek olarak, jel gücü ve imino asit içeriği de sığır jelatinine göre daha düşük bulunmuştur.

Shyni ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, Köpekbalığı (*Scoliodon sorrakowah*), Ton balığı (*Katsuwonus pelamis*) ve Rohu balığı (*Labeo rohita*) derisinden jelatin elde edilmiş, elde edilen jelatinler kalite ve fonksiyonel özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır. Laboratuvar koşullarında elde edilen jelatinlerin yüksek verime sahip olduğu ve fonksiyonel özellikler bakımından üstün olduğunu göstermiştir. Çalışılan balık türlerinden elde edilen jelatinler arasında verim ve fonksiyonel özellikler bakımından önemli farklılıklar olduğu anlaşılmıştır. Elde edilen sonuçlar, köpek balığı derisinden elde edilmiş jelatininin jel gücü ve fonksiyonel özelliklerinin ton balığı ve Rohu balığı derilerinden elde edilen jelatine oranla daha iyi olduğunu göstermiştir.

Tavuk işleme artıklarının jelatin üretiminde değerlendirildiği sınırlı sayıda çalışmalardan biri Sarbon ve ark. (2013) tarafından yayınlanmıştır. Bu çalışmada, tavuk derisinden jelatin elde edilmiş ve elde edilen tavuk derisi jelatini sığır jelatini ile fizikokimyasal kalite özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre,

laboratuvar koşullarında standart bir yöntemle üretilen tavuk derisi jelatininin sığır derisi jelatinine göre daha yüksek jel gücüne sahip olduğu belirtilmiştir.

Rafieian ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, yanıt yüzey metodolojisini (RSM) kullanarak tavuk karkas artıklarından jelatin ekstraksiyonunun optimizasyonu ile jelatin elde edilmiştir. Ekstraksiyon verimi, jel gücü ve viskozite gibi parametrelerin etkilerini araştırmak için üç faktörlü (HCI konsantrasyonu, ekstraksiyon sıcaklığı ve ekstraksiyon süresi) merkezi karma tasarım kullanılarak optimum koşullar belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre HCI konsantrasyonu %6.73, ekstraksiyon sıcaklığı 86.8 °C ve ekstraksiyon süresi 1.95 saat bulunmuştur. Bu ekstraksiyon koşullarına göre de %10.2 verim, 526 g jel gücü ve 5.85 cP viskozite sonuçlarına varılmıştır.

Gildberg ve ark. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada jelatin, asit ekstraksiyon işlemi ile Atlantik somon (*Salmo salar*) ve Atlantik morina derisinden jelatin elde edilmiş, elde edilen jelatinler kalite ve fonksiyonel özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır. Somon ve morina derisinden elde edilen jelatinin ortalama verimi sırasıyla %39.7 ($\pm$ %2.2) ve %44.8 ($\pm$ %0.2) bulunmuştur. Atlantik somonu serin içeriği düşük olmasına rağmen somondan elde edilen jelatin (%16.6), marina jelatininden (%15.4) biraz daha fazla hidroksiprolin ve prolin sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca somon jelatini (12 °C) morina jelatininden (10 °C) daha yüksek jelleşme sıcaklığına ve daha yüksek jel kuvvetine sahip olduğu belirlenmiştir. 10 °C'de saklama sırasında jel kuvveti artmış ve morina derisi jelatini somon jelatinden daha fazla jelleşme olduğu görülmüştür. Sonuçta 56 °C'de ekstrakte edilen morina ve somon derisi jelatinlerden yapılmış jeller, 7 günlük depolamadan sonra aynı jel kuvvete (195 g) ulaşmıştır. Daha yüksek bir sıcaklıkta (65 °C) ekstrakte edilen jelatinler daha düşük jel kuvveti verdiği yapılan çalışmalar sonunda görülmüştür.

He ve ark. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, Çim sazanı (*Catenopharyngodon idella*) balık derisinden jelatin ekstraksiyonu koşullarının oluşturulması için RSM optimizasyonu ile jelatin elde edilmiştir. Elde edilen jelatinlerde HCI konsantrasyonu (%), ön-işlem süresi (h), ekstraksiyon sıcaklığı (°C) ve ekstraksiyon süresi (h) etkileri incelenmiştir. Ayrıca verim (%) ve jel gücü

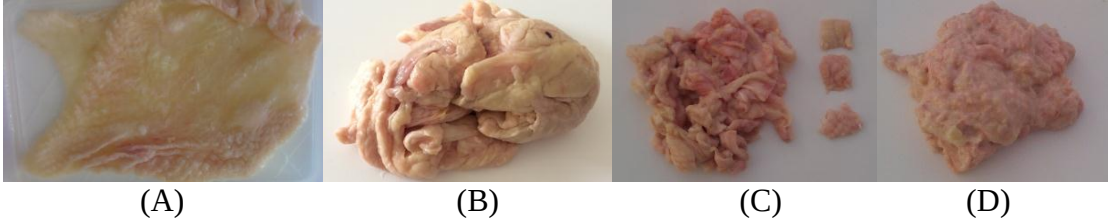
(g) gibi parametrelere bakılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre %19.83 verim ve 267 g jel kuvveti olmak üzere A=%1.19, B=24 saat, C=52.6 °C ve D=5.1 saat optimum koşullar olarak belirlenmiştir. RSM ekstraksiyon parametrelerini optimize etmek için güçlü bir araç sağlamıştır.

Muyonga ve ark. (2004a) tarafından yapılan çalışmada, balık derisi ve kemiğinden asit ekstraksiyonu ile jelatin elde edilmiş ve elde edilen jelatin kalite ve fonksiyonel özellikleri bakımından incelenmiştir (Muyonga ve ark., 2004b). Elde edilen sonuçlar, kemik jelatini elde etmenin daha yüksek ısı işlem gerektirdiğini ve kemikten elde edilen jelatin veriminin deriden elde edilen jelatin verimine kıyasla daha düşük olduğunu göstermektedir. Bunun sebebi ise kemiğin yapısında yüksek oranda bulunan inorganik maddelerin uzaklaştırılması zorunluluğu ve bu işlemin jelatin verimini düşürmesidir. Yapılan literatür araştırması, tavuk derisinden jelatin ekstraksiyonuna dair ayrıntılı bir çalışma yapılmadığını göstermiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmanın hammaddesi olarak kullanılacak tavuk derisi yerel bir işletmeden temin edilmiştir. Temin edilen tavuk derisi miktarı yaklaşık 7-8 kg'dır. Taze deri örnekleri laboratuvara getirilmiş; gözle görülür yağ, et ve tüy gibi istenmeyen kısımlarından bıçak yardımıyla ayrılmış ve deriler 3×3 cm'lik kareler şeklinde bıçak yardımı ile kesilip 500 g'lık partiler halinde buzdolabı poşetleri içinde -18 °C'de muhafaza edilmiştir. İzolasyon ve ekstraksiyon çalışmalarından önce, temin edilen tavuk derisinin biyokimyasal kompozisyonu belirlenmiştir. Biyokimyasal kompozisyonun belirlenmesi için blender (Waring 701HS, Stamford, CT, USA) ile öğütülen tavuk derisi kullanılmıştır. Bütün analizler en az 3 paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Kullanılan materyalin bütün ve öğütülmüş haldeki fotoğrafları Şekil 3.1'de görülmektedir.



Şekil 3.1. A. Tavuk derisi, B. Bütün, C. 3×3 cm, D. Öğütülmüş.

3.2. Yöntem

3.2.1. Kimyasal analizler

3.2.1.1. Kuru madde oranının belirlenmesi

Deri ve jelatin örneklerinin kuru madde analizi için nikel kaplar kullanılmıştır. Nikel kaplar etüvde 105 °C'de 1 saat tutulduktan sonra soğuması için desikatöre

alınmıştır. Darası alınan kaplara yaklaşık 3 g örnek tartılmış ve sabit tartıma gelene kadar 105 °C'lik etüvde (Mikrotest MKD420, Ankara, Türkiye) kurutulmuştur. Kurutulmuş örnekler desikatörde soğutulduktan sonra tartılarak örneklerin ağırlık kaybına göre kuru madde oranı hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

3.2.1.2. Mineral madde miktarının belirlenmesi

Deri ve jelatin örneklerinin mineral madde analizi için porselen kaplar kullanılmıştır. Porselen kaplar etüvde 105 °C'de 1 saat tutulmuş ve soğuması için desikatöre alınmıştır. Darası alınan kaplara yaklaşık 3 g örnek tartılarak ve sabit tartıma gelinceye kadar 550 °C'lik kül fırınında (Nüve MF106, Ankara, Türkiye) yakılmıştır. Sabit tartıma gelen örnekler desikatöre alınıp soğumaya bırakılarak, örneklerin son tartımları alınarak ve ağırlık kaybına göre mineral madde miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

3.2.1.3. Protein miktarının belirlenmesi

Deri ve jelatin örneklerinde ham protein miktarı Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir. Önce, kjeldahl tüpleri etüvde 105 °C'de 1 saat tutulmuş ve soğuması için desikatöre alınmıştır. Darası alınan tüplere 1 g örnek tartılarak, üzerine 12 mL sülfürik asit ve 1 adet kjeldahl tableti eklenmiştir. Kjeldahl ünitesinde tüp içeriği berraklaşınca kadar yaklaşık 4 saat süreyle yakma işlemi yapılmıştır. Yakma işlemi bittikten sonra tüpler soğutulmuş, tüp içeriğine 75 mL saf su ilave edilmiş ve tüpler destilasyon ünitesine bağlanmıştır. Tüplere destilasyon ünitesinden otomatik olarak 75 mL %33'lük NaOH alınmıştır. Destilasyon ünitesinin diğer ucuna önceden hazırlanmış %4'lük borik asit indikatörü içeren çözeltiden 25 mL içeren erlen bağlanmıştır. Destilasyon yaklaşık 150 mL destilat toplanınca sonlandırılmış ve elde edilen destilat 0.1 N HCl ile titre edilmiştir. Aşağıda verilen formül kullanılarak örneklerin ham azot miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 1990). Daha sonra, elde edilen azot miktarı ve 5.4 azot çevrim faktörü kullanılarak toplam protein miktarı hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam Azot (\%)} = \{(A-B) \times N \times 0.014 / \text{Örnek miktarı (g)}\} \times 100 \quad (3.1)$$

A: Titrasyonda harcanan 0.1 N HCl (mL)

B: Şahit deneme için harcanan 0.1 N HCl (mL)

N: HCl'nin normalitesi (0.1 N)

3.2.1.4. Yağ miktarının belirlenmesi

Deri ve jelatin örneklerinde ham yağ miktarı için ilk önce balon jojeler etüvde 105 °C'de kurutulmuş ve desikatörde soğutularak tartılmıştır. Darası alınan kağıt kartuş içine yaklaşık 6 g örnek tartılmıştır. Tartılan örnekler ekstraksiyon tüplerine yerleştirilmiştir. Önceden darası alınan balon jöjeler hazırlanan ekstraksiyon tüpünün altına yerleştirilerek yaklaşık 150 mL çözücü (n-hekzan) eklenmiştir. Daha sonra tüpler Soxhelet düzeneğine (Ankom XT15, Macedon, NY, USA) yerleştirilip yağ ekstraksiyonu yapılmıştır. Yaklaşık 6-7 saat yapılan ekstraksiyon işleminden sonra içinde çözücü bulunan balon joje alınarak çözücünün büyük bir kısmı dönen evaporatör (IKA, Staufen, Germany) yardımıyla vakum altında geri kazanılmıştır. Balon jojeler etüvde 105 °C'de 1 saat tutularak kalan çözücü uçurulmuştur. Örneklerin son tartımları alındıktan sonra % ham yağ miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

3.2.2. Kolajen izolasyonu

Jelatin ekstraksiyonundan önce, protein dışındaki bileşenler deri örneklerinden uzaklaştırılmaktadır. Kolajen izolasyonu için ilk başta temizleme (safsızlıkların ayrılması), alkali ile yıkama, asit ile yıkama ve yağ ayırma olmak üzere 4 basamaklı bir ön işlem gerçekleştirilmiştir. Bu ön işlemlerde sıcak su ile temizleme aşamasının tavuk derisindeki yağın ayrılmasında önemli bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiş ve kolajen izolasyonu amacıyla uygulanacak prosedürden çıkarılmıştır. Sıcak su ile yıkama işleminin yağ ayırmada etkisiz kalması nedeniyle yağ ayırma işlemi çözücü

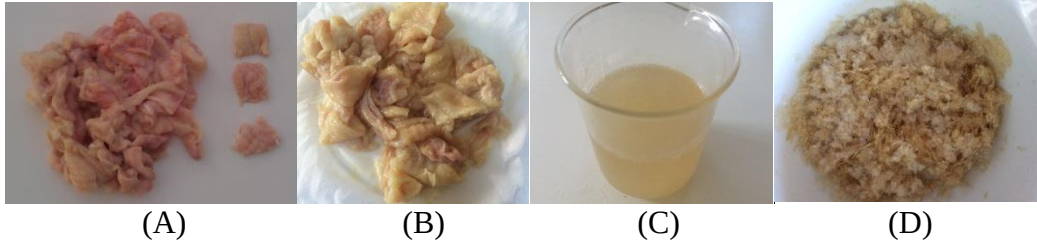
ekstraksiyonu (n-hekzan) ile yapılmıştır. Ancak bu işlemin yüksek miktarda kolajen kaybına neden olduğu ve verimin çok düşeceği öngörülmüş ve çözücü ekstraksiyonu ile yağ ayırma aşaması kolajen izolasyonu prosedüründen çıkarılmıştır. Elde edilen ön deneme sonuçları, kolajen izolasyonu için seyreltik alkali ve asit ile yıkama işlemlerini içeren iki aşamalı bir prosedürün daha etkili olacağını göstermiştir. Seyreltik alkali ile yıkama ve seyreltik asit ile yıkama işlemlerinden önce deri örneklerinden et kalıntıları, yağ ve diğer safsızlıklar uzaklaştırılmıştır. Kolajen içeren dokunun şişmesi ve jelatin ekstraksiyonuna hazır hale getirilmesi için seyreltik alkali ve asit ile yıkama işlemi gerçekleştirilmiş ve doku kontrollü olarak yıpratılarak jelatin ekstraksiyonu aşamasına geçilmiştir. Seyreltik alkali ve asit ile işleme için işlem süresi bağımsız değişken olarak belirlenmiştir. 4 bağımsız değişken 3 farklı düzeyde çalışılmıştır. Jelatin eldesinde yanıt yüzey yöntemi ile optimizasyon için çalışılacak bağımsız değişkenler ve bu değişkenlerin düzeyleri Çizelge 3.1’de verilmektedir.

Çizelge 3.1. Bağımsız değişkenler ve düzeyleri

Bağımsız Değişkenler	Değişkenlerin Düzeyleri		
	-1	0	1
Alkali (0.1 N NaOH) işlem süresi (dak)	60	120	180
Asit (0.1 N HCl) işlem süresi (dak)	60	120	180
Ekstraksiyon sıcaklığı (°C)	45	55	65
Ekstraksiyon süresi (saat)	3	5	7

Bağımsız değişkenler için belirlenen düzeyler literatürde ve endüstride uygulanan yöntemler göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Alkali ve asit konsantrasyonu için deneme yanılma yöntemi ile farklı alkali (NaOH) ve asit (HCl) konsantrasyonları uygulanarak (0.1, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.5 N) en iyi sonucu veren konsantrasyon miktarları ön deneme sonucu belirlenmiştir. 0.1 N üzerinde olanlar hem yağlı bir ekstraksiyon solüsyonuna hem de yağlı bir jelatin elde edilmesine neden

olduğu belirlenmiştir. 0.1 N üzerinde olanların gösterdiği sonuçlar Şekil 3.2’de görülmektedir.



Şekil 3.2. A. 3×3 cm Deri, B. Ön işlemlerden sonra elde edilen deri, C. Ekstraksiyon çözeltisi, D. Yaprak jelatin.

Elde edilen ön çalışma sonuçlarına göre, 0.1 N alkali (NaOH) ve 0.1 N asit (HCl) en düşük protein kaybına neden olurken safsızlıkları en etkin şekilde ayıran konsantrasyon olduğu değerlendirilmiştir. Yerel işletmelerden temin edilen tavuk derisinden et kalıntıları, yağ ve diğer safsızlıklar uzaklaştırılmıştır. 3×3 boyutlarında kare şeklinde kesilmiş deri örnekleri -18 °C’de muhafaza edilmiş ve +4 °C’de çözündürüldükten sonra kolajen izolasyonunda kullanılmıştır. Kolajen izolasyonunda ön denemede elde edilen sonuçlara göre önce 0.1 N alkali (NaOH) ile yıkama farklı süreler uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Daha sonra deri örneği ikinci basamak olan ve yine elde edilen ön deneme sonuçlarına göre karar verilen 0.1 N asit (HCl) ile yıkama işlemi farklı sürelerde uygulanmıştır. Böylece kolajen izolasyonu için en uygun koşullar belirlendikten sonra deri örnekleri ekstraksiyon işlemine hazır hale getirilmiştir. Optimizasyon için JMP 8.0 istatistik yazılımından yararlanılarak yüzey yanıt yöntemi ile 2 merkez noktalı 26 deneme gerektiren merkezi karma deneme deseni kullanılmıştır. Optimizasyon çalışmasının deneme deseni, bağımsız değişkenler ve bağımsız değişkenlerin düzeyleri Çizelge 3.2’de verilmektedir.

Çizelge 3.2. Optimizasyon çalışmasının deneme deseni

Deneme No	Deneme deseni	Alkali işleme süresi	Asit işleme süresi	Ekstraksiyon süresi	Ekstraksiyon sıcaklığı
1	+++-	1	-1	1	-1
2	000a	0	0	0	-1
3	++++	1	-1	1	1
4	+---	1	-1	-1	-1
5	-+--	-1	1	-1	-1
6	A000	1	0	0	0
7	0000	0	0	0	0
8	000A	0	0	0	1
9	-+++	-1	1	-1	1
10	+++-	-1	1	1	1
11	+---+	1	-1	-1	1
12	++++	1	1	1	1
13	0A00	0	1	0	0
14	+++--	1	1	1	-1
15	00A0	0	0	1	0
16	++---	1	1	-1	-1
17	---+-	-1	-1	1	-1
18	0a00	0	-1	0	0
19	+++++	1	1	-1	1
20	0000	0	0	0	0
21	a000	-1	0	0	0
22	00a0	0	0	-1	0
23	---++	-1	-1	1	1
24	---++	-1	-1	-1	1
25	-----	-1	-1	-1	-1
26	-++--	-1	1	1	-1

3.2.2.1. Alkali (NaOH) ile işleme

Deri örnekleri +4 °C’de çözündürüldükten sonra 500 mL’lik erlenlere 50 g deri örneği alınarak üzerine 1/4 (w/v) oranında 0.1 N konsantrasyonda NaOH (sodyum hidroksit) çözeltisi eklenmiş ve oda sıcaklığında 15 dakika aralıklara karıştırılarak deneme desenine göre farklı sürelerde bekletilmiştir. Sonra oda sıcaklığında distile su ile 3 defa yıkama gerçekleştirilmiş ve yıkanan deri örnekleri tülbent ile süzme işlemine

tabi tutulmuştur. Alkali süresi için optimum koşullar JMP 8.0 (SAS, Cary, NC, USA) istatistik yazılımından yararlanılarak yüzey yanıt yöntemi merkezi karma tasarım kullanılmıştır. Alkali ile yıkama işlemi bittikten sonra ikinci basamak olan asit ile işleme aşamasına geçilmiştir.

3.2.2.2. Asit ile (HCl) ile işleme

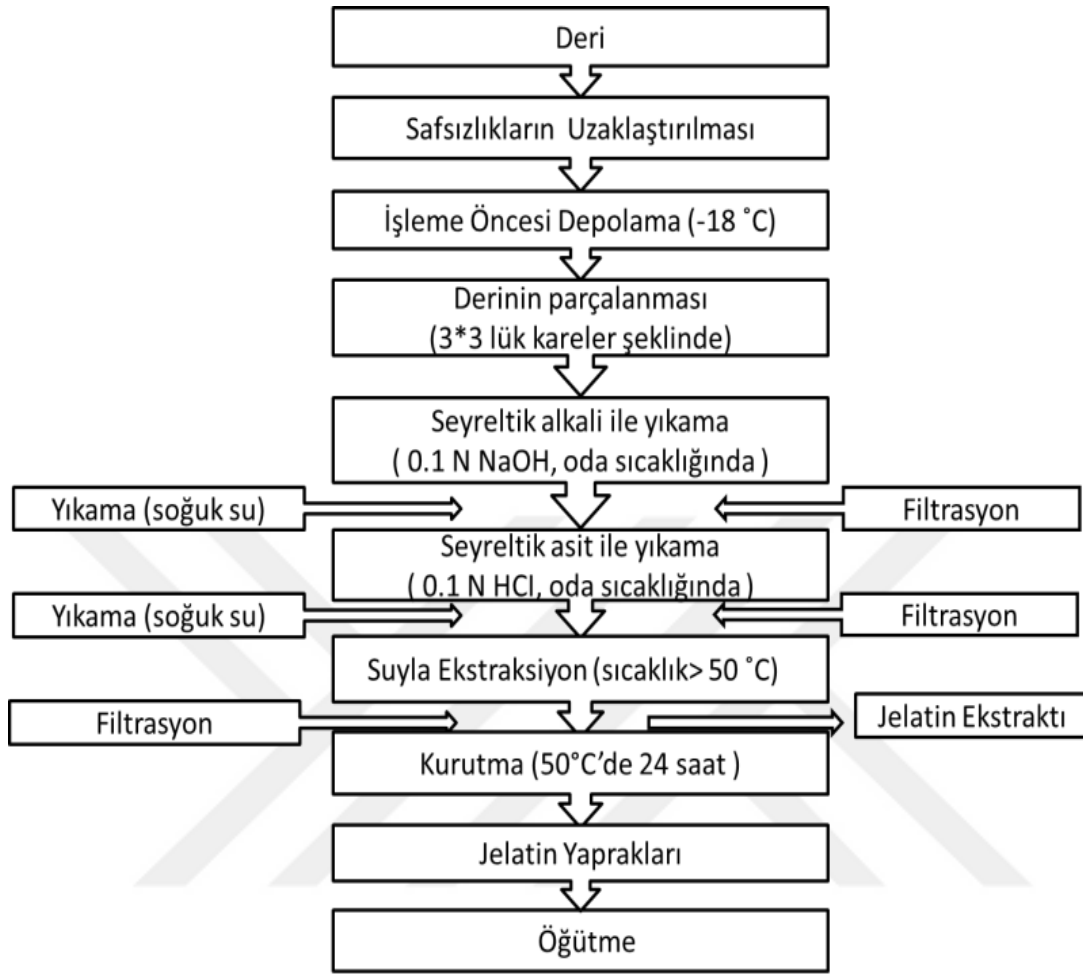
Alkali işleme den sonra alınan deri örnekleri asit işleme tabi tutulmuştur. Deri örneği üzerine 1/4 (w/v) oranında 0.1 N konsantrasyonda HCl (hidroklorik asit) çözeltisi eklenmiş ve oda sıcaklığında 15 dakika aralıklarla karıştırılarak deneme desenine göre farklı sürelerde bekletilmiştir. En son tekrar distile su ile 3 defa yıkama gerçekleştirilmiş ve yıkanan deri örnekleri tülbent ile süzme işlemine tabi tutulmuştur. Asit süresi için optimum koşullar JMP 8.0 (SAS, Cary, NC, USA) istatistik yazılımından yararlanılarak yüzey yanıt yöntemi merkezi karma tasarım kullanılmıştır. Kolajen izolasyonu için en uygun koşullar belirlendikten sonra deri örnekleri ekstraksiyon işlemine hazır hale getirilmiştir.

3.2.3. Jelatin eldesinin optimizasyonu

Jelatin ekstraksiyonu üzerine daha önce yapılan çalışmalar ve laboratuvarımızda yapılan ön denemeler neticesinde jelatin ekstraksiyonunda etkili olan en önemli parametrelerin ekstraksiyon sıcaklığı ve süresi olduğu görülmüştür. Bu nedenle, tasarlanan ekstraksiyon işlemlerinde ekstraksiyon sıcaklığı ve süresi bağımsız değişkenler olarak 3 farklı düzeyde çalışılacaktır. Jelatin eldesinin optimizasyonunda kullanılacak bağımsız değişkenler ve bu değişkenlerin düzeyleri verilmiştir (Çizelge 3.1). Alkali ve asit çözeltisinde bekletme işlemleri farklı sürelerde uygulanan ve elde edilen kolajence zengin deri dokusu deneme düzenine göre farklı süre ve sıcaklıklarda jelatin ekstraksiyonu için kullanılmıştır. Optimum ekstraksiyon koşullarının belirlenmesinde bağımlı değişkenler olarak jel gücü (g) ve HYP verimi (%) belirlenmiştir. Ekstraksiyon işleminde en yüksek jel gücü ve ekstraksiyon verimi temin edilen koşullar optimum ekstraksiyon koşulları olarak tespit edilmiştir.

3.2.3.1. Ekstraksiyon

Kolajen izolasyonundan sonra ekstraksiyon için hazır hale gelen deri kalıntılarının üzerine 1/4 (w/v) oranında sıcak saf su eklenerek sıcaklığı ayarlanmış su banyosunda ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon için belirlenen bağımsız değişkenler (ekstraksiyon süresi ve sıcaklığı) deneme düzenine göre çeşitli düzeylerde yapılmıştır. Ekstraksiyon süresince deri örnekleri 15 dakika aralıklarla karıştırılmıştır. Ekstraksiyon işleminden sonra 5 kat tülbent ile süzme işlemi yapılmıştır. Geri kalan kalıntılar uzaklaştırılarak jelatin çözeltisi elde edilmiş ve elde edilen çözeltilerin ölçülü silindir kullanılarak hacmi ölçülmüştür. Bu çözeltilerden 15-20 mL alınarak hidroksiprolin (HYP) konsantrasyonun belirlenmesi için kullanılmış ve analizler yapıncaya kadar +4 °C’de muhafaza edilmiştir. Jelatin çözeltileri plastik kaplar içinde 50 °C’de 24 saat kurutularak jelatin yaprakları elde edilmiş, havan yardımı ile öğütülerek jel gücü analizinde kullanılmıştır. Jel gücü belirlendikten sonra sonuçlar JMP 8.0 istatistik yazılımında ekstraksiyon işlemi için optimum ekstraksiyon koşulları belirlenmiştir. Jelatin eldesinde takip edilen işlemler aşağıda Şekil 3.3’te verilmiştir.



Şekil 3.3. Tavuk derisinden jelatin üretiminin genel akış şeması.

3.2.4. Bağımlı değişkenlerin belirlenmesi

3.2.4.1. Hidroksiprolin analizi

Jelatin çözeltilerinin HYP konsantrasyonu Woessner yöntemine göre belirlenmiştir (Woessner, 1961). Bu işlemde standart olarak L-hidroksiprolin kullanılmıştır. Ekstraksiyon çözeltileri için 2.5 mL örnek deney tüplerine alınmıştır. Üzerine 5 mL 6 N HCl ilave edilerek tüplerin ağzı kapatılmış ve 1 dakika boyunca çalkalanmıştır. Daha sonra 130 °C'de 3 saat etüvde hidrolize edilmiştir. Süre sonunda tüpler soğumaya bırakılmıştır. Soğumuş tüplere 1-2 damla metil red (indikatör)

eklenerek 2.5 N NaOH ile nötralize edilmiştir. Nötralize edilmiş çözelti içeriği standart bir dilüsyon için saf su ile 50 mL'ye tamamlanmıştır. Çözeltiden 1 mL alınıp 10 mL saf su ile tamamlanmıştır. Daha sonra her örnek 3 paralel olacak şekilde deney tüplerine 2 mL çözelti alınmıştır. Örnekler üzerine 1 mL 0.05 M kloramin-T çözeltisi eklenmiş ve vorteks (VELP, Usmate, Italya) ile karıştırılarak 20 dakika beklenmiştir. Süre sonunda üzerine 1 mL 3.15 M perklorik asit çözeltisi eklenmiş ve vorteks ile karıştırılarak 5 dakika beklenmiştir. Daha sonra üzerine hacimce 1 mL %20'lik para-dimetil amino benzaldehit (PDMABA) eklenmiş ve vorteks ile karıştırılmıştır. Örnekler 60 °C'deki su banyosunda 20 dakika beklenmiştir. Süre sonunda soğumaya bırakılan örnekler spektrofotometre (UV-Mini 1240 UV-VIS, Shimadzu, Kyoto, Japan) kullanılarak 557 nm'de absorbanları okunmuş ve HYP miktarı belirlenmiştir.

3.2.4.2. Jel örneklerinde jel gücü analizi

Ekstraksiyon sonunda elde edilen jelatin örnekleri 60 °C'de tutulan su banyosu kullanılarak distile su içinde ağırlıkça %6.67 konsantrasyonda çözündürülmüştür. Daha sonra hazırlanan bu çözeltilerin jelleşmesi için örnekler ağzı kapalı plastik kaplara alınarak 4 °C'de 16-18 saat olgunlaştırılmıştır. Hazırlanan jelatin jeline 12.7 mm çaplı düz yüzeyli silindirik başlık takılan tekstür analiz cihazı kullanılarak penetrasyon testi uygulanmıştır. Penetrasyonda 12.7 mm çaplı silindirik başlık hazırlanan jelatin jeline 0.5 mm/s hızla 4 mm daldırılmıştır. 4 mm penetrasyon için gerekli olan kuvvet g cinsinden jel gücü olarak belirtilmiştir (BSI, 1975).

3.2.5. Ekstraksiyon veriminin hesaplanması

Ekstraksiyon sonunda elde edilen protein ve HYP miktarı referans alınarak iki farklı şekilde ekstraksiyon verimi hesaplanmıştır. Protein miktarını esas alan yöntem daha çok endüstriyel önemi olan bir yaklaşımdır. HYP konsantrasyonunu esas alan yaklaşım ise daha bilimsel ve doğru bir şekilde hedef molekülün ekstraksiyon veriminin belirlenmesinde kullanılmaktadır. HYP analizi sonucunda elde edilen sonuçlara göre

ekstraksiyon verimi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Boran ve Regenstein, 2009).

$$\%HYP \text{ verimi} = \{ [HYP \text{ (g/mL)} \times J\check{C} \text{ (mL)}] / [TDH \text{ (\%)} \times TDM \text{ (g)}] \} \times 100 \quad (3.2)$$

HYP=Ekstraksiyon sonucu jelatin çözeltisindeki HYP konsantrasyonu (g/mL)

JÇ=Ekstraksiyon sonucu jelatin çözeltisi miktarı (mL)

TDH=Ekstraksiyonda kullanılan tavuk derisinin HYP miktarı (%)

TDM=Ekstraksiyonda kullanılan tavuk derisi miktarı (g)

3.2.6. İstatistik analizler

Elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde, yanıt yüzey deneme düzeninin oluşturulmasında ve bazı grafiklerin hazırlanmasında JMP 8.0 (SAS, NC, USA) istatistik yazılımı kullanılmıştır. Bütün analizler 3 paralel çalışarak kolajen izolasyonu için ve ekstraksiyon optimizasyonu için 26 deneme olan 4 faktör, 3 düzey ve 2 merkezi nokta seçilmiştir. Bu amaçla, varyans analizi, Tukey-Kramer testi ve yanıt yüzey optimizasyon testleri uygulanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, tavuk işleme artıklarından biri olan tavuk derisinin yüksek katma değere sahip jelatin üretiminde hammadde olarak kullanılma potansiyeli incelenmiştir. Tavuk derisinin biyokimyasal kompozisyonu belirlendikten sonra literatürde bildirilen ve daha önce laboratuvarımızda yapılan çalışmalar ışığında, jelatin eldesinde önemli olduğu değerlendirilen işlemler 3 farklı düzeyde çalışılmış ve tavuk derisinden jelatin eldesi için en uygun koşullar belirlenmiştir. Kolajenin deri dokusunda izole edilmesi amacıyla önce alkali, sonra asit işlem uygulanmıştır. Bu işlemlerin süresi bağımsız değişken olarak belirlenmiştir. Asit ve alkali işlemleri saf suda yıkama ve kaba filtrasyon işlemleri takip ederek kolajence zenginleştirilen deri dokusu jelatin eldesinde kullanılmıştır. Bu izolasyon işlemleri sonucunda ağırlık kaybının en yüksek olduğu buna karşın protein kaybının en az olduğu koşullar optimum ön işleme koşulları olarak tespit edilmiştir. %95 güven seviyesinde önemli olması şartıyla kabul edilmiştir. Bağımlı değişken olarak en yüksek jel gücü ve jelatin verimini sağlayan koşullar optimum ekstraksiyon koşulları olarak belirlenmiştir.

4.1. Kimyasal Kompozisyon Bulguları

Hammaddenin (tavuk derisi) kimyasal analiz sonuçları ve ekstraksiyon sonunda elde edilen kuru jelatinin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Hammadde ve jelatinin kimyasal kompozisyonu (%)

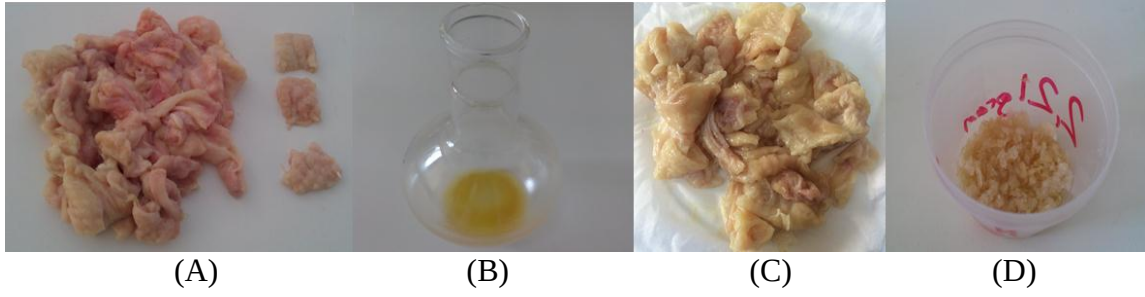
	Su	Yağ	Protein	Mineral
Tavuk derisi	51.5	35.0	11.5	0.6
Kuru jelatin	9.1	7.3	71.7	3.1

Elde edilen biyokimyasal kompozisyon sonuçlarına göre tavuk derisi kuru maddesinin yağ ve protein olmak üzere iki temel bileşenden meydana geldiği görülmüştür. Yağ bileşeni jelatin eldesinden önce iki farklı yöntemle uzaklaştırılmaya

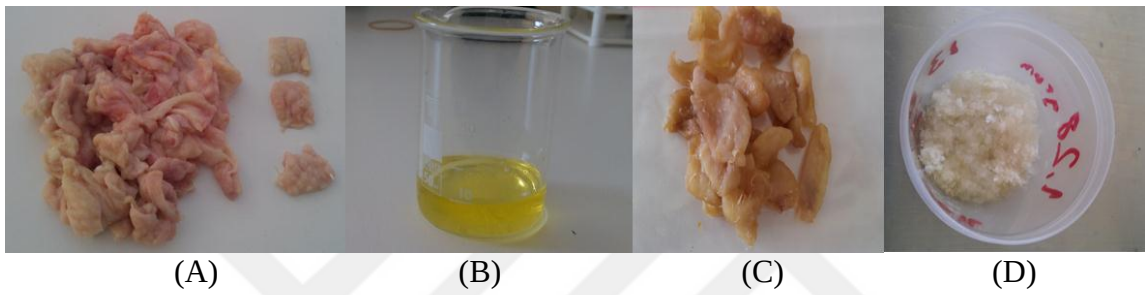
alışılmış ancak toplamda maksimum %6-7 kadar uzaklaştırma sağlanmıştır. Yağ ayırma işlemi yapılmadan kolajen izolasyonu alkali ve asit olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilip ekstraksiyon aşamasına geçilmiştir. Bu nedenle elde edilen jelatinde yağ miktarı yüksek protein oranı ve verimi düşük bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre ticari jelatinlere oranla daha düşük kaliteye sahip bir jelatin elde edilmiştir.

4.2. Kolajen İzolasyonu

n işlemlerde üzücü ekstraksiyonu (n- hekzan) ve etüvde kurutma (nce etüvde kurutma ardından üzücü ekstraksiyonu) yöntemleri kullanılarak farklı sıcaklık ve sürelerde yağ ayırma aşaması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bir miktar yağ uzaklaştırılmıştır. Toplam uzaklaştırılan yağ miktarı doğrudan üzücü ekstraksiyonu yöntemi ile en çok %6 ve kurutma yöntemi ile en çok %7 olarak sağlanmıştır. Tavuk derisinin önemli bir bileşeni olan yağ miktarı, yaş deride %35 yağ içeriği göz önünde bulunduurulduğunda %6-7 gibi bir yağ ayırmanın yetersiz olduğu görülmektedir. Yağ uzaklaştırmada yağın önemli bir kısmı n işlemlerden geçtiği ve geçen yağında deri örneklerinde protein miktarlarının büyük değişiklikler gösterdiğini kanıtlamıştır. Elde edilen kuru jelatin örneklerinde n işlemlerde geçen yağ miktarı nedeniyle jel gücü analizi için yeterince jelleşmemesi analizin yapılmasını zorlaştırdığı grlmştir. Elde edilen sonuçlara göre yağ ayırma aşaması dahil edilmeden daha iyi bir jelatin elde edildiğini göstermiştir. Ancak yine de protein içeriği ticari standartlara göre düşük bulunmuştur. Sonuçlara göre, başta yağ olmak üzere safsızlıkların yeterince ayrıştırılması halinde tavuk derisi jelatininin daha iyi bir protein verimi ve buna bağlı olarak daha iyi bir kalite gösterebileceği söylenebilir. Yapılan çalışmada ön işlemler için üzücü ekstraksiyonu yöntemi ile uzaklaştırılan yağ miktarı, kalan deri kalıntısı ve ekstraksiyon ile elde edilen kuru jelatin şekil 4.1'de ve etüvde kurutma yöntemi kullanılarak uzaklaştırılan yağ miktarı, kalan deri kalıntısı ve ekstraksiyon ile elde edilen kuru jelatin ise şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.1. A. 3×3 Deri, B. Yağ, C. Yağsız deri, D. Kuru jelatin.



Şekil 4.2. A. 3×3 cm Deri, B. Yağ, C. Yağsız deri, D. Kuru jelatin.

Alkali ve asit konsantrasyonu için deneme yanılma yöntemi ile farklı alkali (NaOH) ve asit (HCl) konsantrasyonları uygulanarak (0.1, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.5 N) en iyi sonucu veren konsantrasyon miktarları ön denemelerle belirlenmiştir. 0.1 N'in üzerindeki konsantrasyonlar hem yağlı bir ekstraksiyon çözeltisi hem de yağlı bir jelatin elde edilmesine neden olmuştur. Elde edilen ön çalışma sonuçlarına göre, 0.1 N alkali (NaOH) ve 0.1 N asit (HCl) konsantrasyonu en düşük protein kaybına neden olurken safsızlıkları en etkin şekilde ayıran konsantrasyon olarak değerlendirilmiştir. 0.1 N'in üzerindeki konsantrasyonlarda yapılan ön deneme sonuçlarına ilişkin elde edilen çözelti ve jelatin örnekleri Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

Çalışmada değerlendirilen 4 bağımsız değişkenin tek başına olan etkisi, kendi içlerindeki etkisi ve birbirleri ile olan etkisinin bağımlı değişkenleri nasıl etkilediği belirlenmiştir. HYP verimi ve jel gücü için söz konusu regresyon parametreleri ve bu parametrelerin önem düzeyleri sırasıyla Şekil 4.3 ve 4.4'te verilmiştir.

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Ekstraksiyon Sıcaklığı	9,7001111	1,384067	7,01	<,0001*
Ekstraksiyon Süresi	5,3056667	1,384067	3,83	0,0028*
Alkali İşlem Süresi	-2,311444	1,384067	-1,67	0,1231
Ekstraksiyon Süresi*Ekstraksiyon Sıcaklığı	2,2655625	1,468025	1,54	0,1510
Ekstraksiyon Sıcaklığı*Ekstraksiyon Sıcaklığı	-5,068829	3,669363	-1,38	0,1946
Alkali İşlem Süresi*Ekstraksiyon Süresi	-1,953438	1,468025	-1,33	0,2102
Ekstraksiyon Süresi*Ekstraksiyon Süresi	3,9971714	3,669363	1,09	0,2993
Asit İşlem Süresi*Asit İşlem Süresi	3,6551714	3,669363	1,00	0,3406
Alkali İşlem Süresi*Asit İşlem Süresi	1,4235625	1,468025	0,97	0,3530
Alkali İşlem Süresi*Ekstraksiyon Sıcaklığı	1,2774375	1,468025	0,87	0,4028
Asit İşlem Süresi	1,1414444	1,384067	0,82	0,4271
Alkali İşlem Süresi*Alkali İşlem Süresi	-1,717829	3,669363	-0,47	0,6488
Asit İşlem Süresi*Ekstraksiyon Sıcaklığı	0,6158125	1,468025	0,42	0,6829
Asit İşlem Süresi*Ekstraksiyon Süresi	0,2821875	1,468025	0,19	0,8511

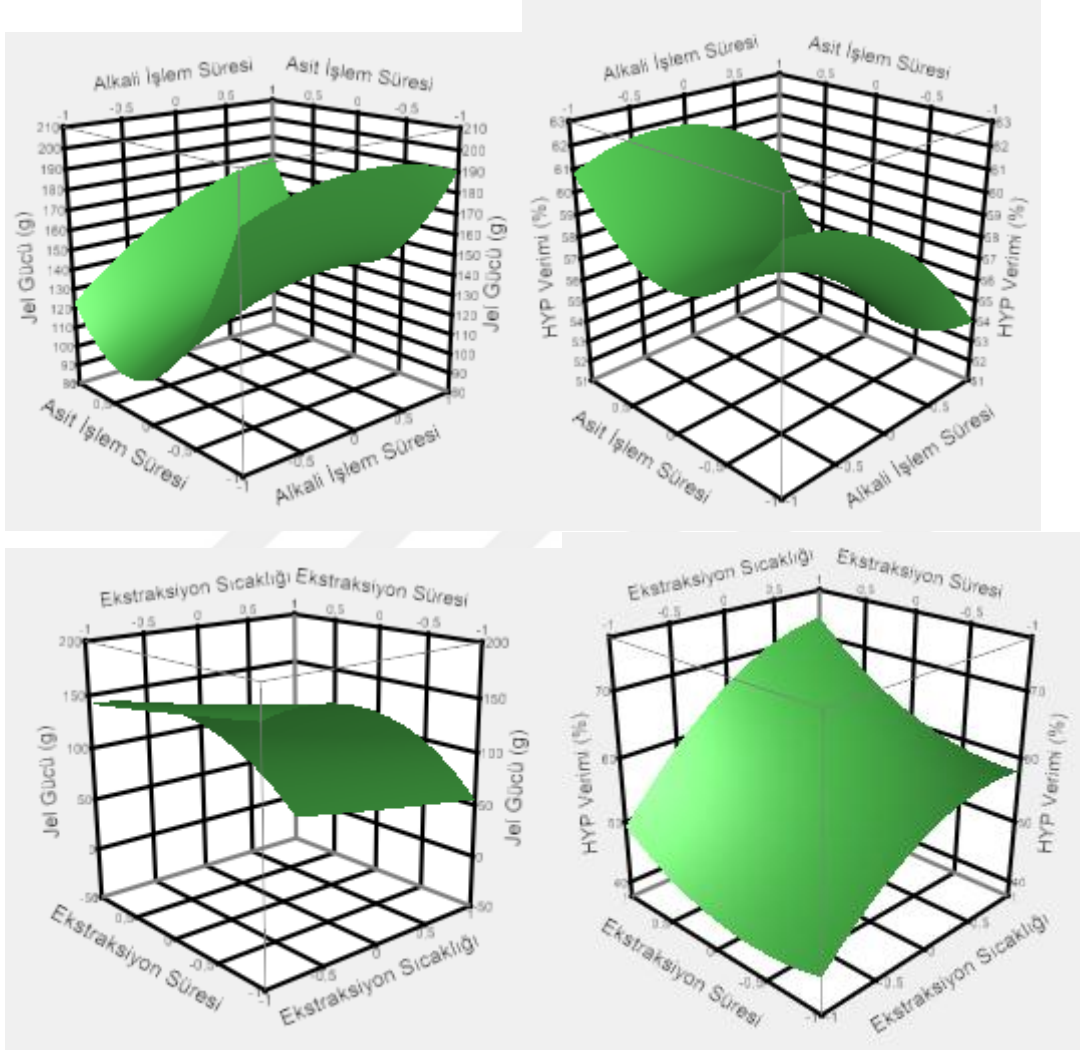
Şekil 4.3. HYP verimi için regresyon parametreleri.

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Ekstraksiyon Sıcaklığı	-70,49278	9,260898	-7,61	<,0001*
Ekstraksiyon Süresi	-27,19833	9,260898	-2,94	0,0135*
Asit İşlem Süresi*Asit İşlem Süresi	52,55281	24,55199	2,14	0,0556
Asit İşlem Süresi	-18,955	9,260898	-2,05	0,0653
Asit İşlem Süresi*Ekstraksiyon Süresi	18,41375	9,822665	1,87	0,0876
Ekstraksiyon Sıcaklığı*Ekstraksiyon Sıcaklığı	-43,64719	24,55199	-1,78	0,1031
Alkali İşlem Süresi	14,724444	9,260898	1,59	0,1402
Ekstraksiyon Süresi*Ekstraksiyon Sıcaklığı	-13,18125	9,822665	-1,34	0,2067
Alkali İşlem Süresi*Asit İşlem Süresi	12,785	9,822665	1,30	0,2197
Alkali İşlem Süresi*Ekstraksiyon Sıcaklığı	-12,4775	9,822665	-1,27	0,2302
Asit İşlem Süresi*Ekstraksiyon Sıcaklığı	6,785	9,822665	0,69	0,5040
Alkali İşlem Süresi*Alkali İşlem Süresi	-10,96219	24,55199	-0,45	0,6639
Alkali İşlem Süresi*Ekstraksiyon Süresi	4,31125	9,822665	0,44	0,6692
Ekstraksiyon Süresi*Ekstraksiyon Süresi	1,1728095	24,55199	0,05	0,9628

Şekil 4.4. Jel gücü için regresyon parametreleri.

HYP verimi ve jel gücü regresyon modeli parametrelerinde elde edilen sonuçlara göre, %95 güven seviyesinde seçilen 4 bağımsız değişken ve bunların birbiri ile olan etkileri arasından ekstraksiyon süresi ve sıcaklığı olmak üzere 2 faktörün bağımlı değişken olan jel gücü ve HYP verimi üzerinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür. Sonuçlara göre, ekstraksiyon sıcaklığı ve süresinin önem düzeyi sırasıyla $P < 0.0001$ ve 0.0028 bulunmuş ve bu faktörlerin HYP verimi üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Jel gücü için ise ekstraksiyon sıcaklığı ve süresinin önem düzeyi sırasıyla < 0.0001 ve 0.0135 bulunarak bu faktörlerin jel gücü üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Bağımsız değişkenler olan alkali

işleme süresi, asit işleme süresi, ekstraksiyon sıcaklığı ve ekstraksiyon süresinin bağımlı değişkenler olan jel gücü ve HYP verimi üzerindeki etkisi yanıt yüzey grafikleriyle Şekil 4.5'te verilmiştir.



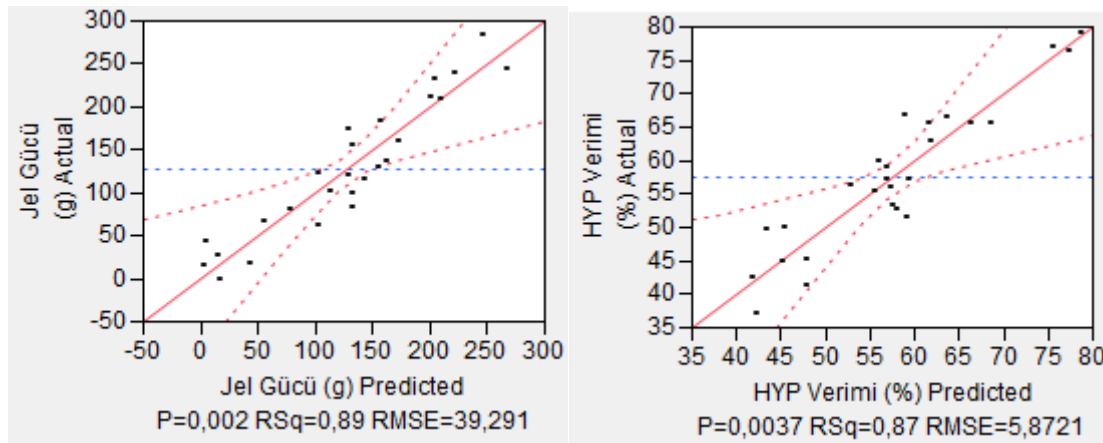
Şekil 4.5. Jel gücü ve HYP verimi için yanıt yüzey grafikleri.

0.5 düzeyine yakın (2-3 saat) alkali işlem süresi ve 1 düzeyine yakın (3 saat) asit işleme süresinin jel gücünü arttırdığı görülmektedir. Alkali işlem süresinin 0.5 düzeyinin üzerine çıkması jel gücü etkisini artırırken 0.5 düzeyinin altına inmesi jel gücünü azaltmaktadır. Asit işlem süresi ise 1 düzeyinde en iyi jel gücünü gösterirken 1 düzeyinin altına düşmesi jel gücünü azalttığı görülmektedir. 0 düzeyine yakın (2 saat)

alkali işlem süresi en iyi %HYP verimini verirken 0 düzeyinin altına düşmesi veya üzerine çıkması durumunda %HYP verimi düşmekte ve olumsuz etkilendiği görülmektedir. 1 düzeyine yakın (3 saat) asit işleme süresi 1 düzeyinin altına düşmesi veya üzerine çıkması durumunda %HYP verimini düşürdüğü görülmektedir.

4.3. Jelatin Eldesinin Optimizasyonu

Optimum ön işleme koşullarında elde edilen kolajence zengin deri kalıntısı jelatin eldesi optimizasyonunda hammadde olarak kullanılmıştır. Jelatin eldesi optimizasyonunda bağımlı değişkenler farklı koşullarda belirlenmiş ve elde edilen deneysel sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilerek regresyon denklemleri ile tahmini sonuçlar hesaplanmıştır. Söz konusu deneysel sonuçlar ve bu deneysel sonuçlara göre belirlenen regresyon denklemleri ile aynı ekstraksiyon koşulları için hesaplanan tahmini sonuçlar arasındaki ilişki hem jel gücü hem de HYP verimi için Şekil 4.6'da görülmektedir.



Şekil 4.6. Jel gücü ve HYP verimi için deneysel ve tahmini sonuçların ilişkisi.

Şekil 4.6'da yatay eksenler tahmini ve dikey eksenler deneysel verileri göstermektedir. Bu şekillerde jel gücü ve HYP verimi için deneysel ve tahmini veriler arasındaki ilişki görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, deneysel veriler üzerinden

oluşturulan regresyon modellerinin sonuçları tahmin etme oranı jel gücü için %89, HYP verimi için %87 bulunmuştur ve bu sonuçlara göre her iki R^2 değerinin de yüksek doğrulukta tahmin gücü gösterdiği görülmüştür. Bağımlı değişkenler için elde edilen deneysel veriler Çizelge 4.2’de verilmektedir.

Çizelge 4.2. Optimizasyonda elde edilen deneysel veriler

Deneme No	Deneme	Alkali Süresi	Asit Süresi	Eks. Süresi	Eks. Sıcaklığı	Jel Gücü (g)	HYP Verimi (%)
1	+++	1	-1	1	-1	210.1	49.6
2	000a	0	0	0	-1	129.6	37.2
3	++++	1	-1	1	1	43.4	65.7
4	++--	1	-1	-1	-1	245.0	42.7
5	+-++	-1	1	-1	-1	83.6	49.9
6	A000	1	0	0	0	99.1	56.3
7	0000	0	0	0	0	121.1	57.1
8	000A	0	0	0	1	26.0	65.7
9	+++-	-1	1	-1	1	67.5	51.4
10	++++	-1	1	1	1	15.4	79.2
11	+++-	1	-1	-1	1	101.6	52.7
12	++++	1	1	1	1	17.0	76.9
13	0A00	0	1	0	0	137.8	63.0
14	+++-	1	1	1	-1	238.6	41.3
15	00A0	0	0	1	0	62.3	65.6
16	++--	1	1	-1	-1	231.6	44.8
17	---+	-1	-1	1	-1	159.9	56.0
18	0a00	0	-1	0	0	210.2	57.2
19	+++-	1	1	-1	1	80.8	66.4
20	0000	0	0	0	0	174.7	59.0
21	a000	-1	0	0	0	121.9	53.2
22	00a0	0	0	-1	0	183.0	55.4
23	---++	-1	-1	1	1	0	76.3
24	---+	-1	-1	-1	1	115.8	66.9
25	----	-1	-1	-1	-1	282.7	45.1
26	+++-	-1	1	1	-1	155.3	59.9

Deri kalıntısından en yüksek jelatin veriminin elde edilmesi için farklı sıcaklık ve sürelerde çoklu bir ekstraksiyon ön çalışması denenmiştir. Ancak ikinci ekstraksiyonda ham maddenin (deri) fazla parçalanmasından dolayı işleme son verilip ekstraksiyona devam edilmemiştir. Elde edilen sonuçlara göre ikinci ekstraksiyonda aşırı hidroliz olduğunu göstermiştir. Elde edilen ekstraksiyon çözeltisi ise kurutulmuştur ancak kurutma sonunda jelatin elde edilememiştir. Elde edilen sonuçlara göre İkinci ekstraksiyonda jelatin elde edilemeyeceği görülmektedir. Bu nedenden dolayı sadece bir

ekstraksiyon uygulanmıştır. Elde edilen ekstraksiyon çözeltisi ve jelatin jellerine göre %95 güven seviyesinde bağımlı değişkenler üzerinde çalışmış ve optimum koşullar belirlenmiştir. Birinci ve ikinci ekstraksiyonlarda elde edilen ekstraksiyon çözeltileri, deri artıkları ve ekstraktların kurutulması sonucunda elde edilen yaprak jelatin örneklerine ait görünüm Şekil 4.7’de verilmiştir.

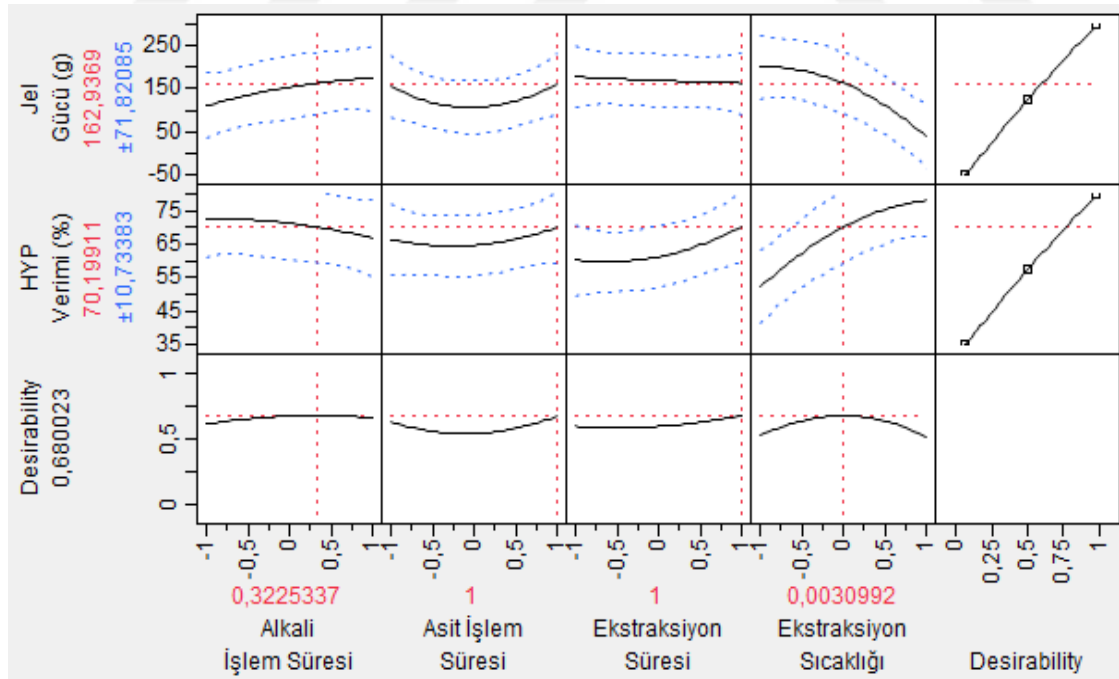


Şekil 4.7. Ekstraksiyon çözeltileri, deri artıkları ve yaprak jelatin.

Farklı sıcaklık ve sürelerde yapılan optimizasyon çalışmasına göre optimum ekstraksiyon sıcaklığı 55 °C ve optimum ekstraksiyon süresi 7 saat olarak belirlenmiştir. Sonuçlara göre, düşük ekstraksiyon sıcaklığında uzun süreli ekstraksiyon ile daha kaliteli ve yüksek verimli jelatin elde edilebileceği anlaşılmıştır. Tavuk derisinden en yüksek jelatin veriminin elde edilmesi için daha iyi bir kolajen izolasyonu yapılarak daha iyi bir verim ve kalite elde edilebilir. Bu amaçla tavuk derisinin kuru maddesinin en önemli bileşeni olan yağ etkin bir şekilde ayrılmalıdır.

4.4. Bağımlı Değişkenler

Literatürde ve endüstride uygulanan yöntemler göz önünde bulundurularak belirlenen bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenleri nasıl etkilediği ve optimum seviyeleri elde edilen sonuçlara göre belirlenmiştir. 4 faktör, 3 düzey ve 2 merkezi nokta olmak üzere 26 deneme yapılan sonuçlara göre optimum alkali işleme süresi yaklaşık 2-3 saat, asit işleme süresi 3 saat, ekstraksiyon süresi 7 saat, ekstraksiyon sıcaklığı 55 °C olarak bulunmuştur. Bu çalışmada sadece ekstraksiyon süresi ve ekstraksiyon sıcaklığının etkisi önemli bulunmuştur. Ekstraksiyon sıcaklığı 55 °C ve ekstraksiyon süresi 7 saat olduğunda hedeflenen bağımlı değişkenler için olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Jel gücü 163 g ve HYP verimi %70.2 olarak bulunmuştur (Şekil 4.8). Elde edilen kuru jelatin örneklerinin jel gücü ve HYP verimi ticari standartlara göre düşük bulunmuştur. Bu durumun, elde edilen jelatin örneklerinin yağ içeriğinin fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan optimizasyon çalışmasında bağımsız değişkenlerle bağımlı değişkenlerin ilişkisi Şekil 4.8’de görülmektedir.



Şekil 4.8. Bağımsız ve bağımlı değişkenler arasındaki ilişki

4.5. Ekstraksiyon Verimi

Ekstraksiyon verimi, kullanılan hammadde ve elde edilen jelatin çözeltilerindeki protein oranı ve HYP konsantrasyonu kullanılarak izlenmiş ancak HYP konsantrasyonunu esas alarak yapılan hesaplamalar ekstraksiyon veriminin belirlenmesinde kullanılmıştır. Protein verimi, elde edilen toplam protein miktarının ekstraksiyonda kullanılan yaş deri miktarına oranı olarak hesaplanmış ve %6.63 olarak tespit edilmiştir. HYP analizi sonucunda elde edilen verilere göre, ekstraksiyonda kullanılan deri miktarı ve bu derinin içerdiği toplam HYP miktarı ile elde edilen jelatin çözeltilerindeki HYP miktarı esas alınarak ekstraksiyon verimi hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre HYP verimi %70.2 olarak tespit edilmiştir. Bulunan verim değerlerinin biraz düşük olduğu değerlendirilmektedir. Ancak daha etkin ön işlemlerle ve özellikle tavuk derisindeki yağın daha etkin bir şekilde ayrılmasıyla kolaylıkla daha iyi kalite ve verim elde edilebileceği görülmüştür.

5. SONUÇ

Araştırmada; kolajen izolasyonu amacıyla alkali ve asit ile işleme süresi ve jelatin eldesi amacıyla ekstraksiyon sıcaklığı ve süresi bağımsız değişkenler olarak belirlenmiş ve bu faktörlerin bağımlı değişken olarak belirlenen jel gücü ve HYP verimi üzerine etkisi yanıt yüzey yöntemi merkezi karma tasarım kullanılarak tespit edilmiştir. Kolajen izolasyonunda kullanılan alkali (NaOH) ile işleme ve asit (HCl) ile işleme süresinin bağımlı değişkenler üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Diğer taraftan, jelatin eldesi optimizasyonunda ekstraksiyon sıcaklığı ve süresinin bağımlı değişkenler üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Söz konusu iki değişkenin optimum düzeyleri ekstraksiyon sıcaklığı için 55 °C ve ekstraksiyon süresi için 7 saat olarak tespit edilmiştir. Optimizasyon çalışmasında farklı sıcaklık ve sürelerde yapılan ekstraksiyon işlemlerinde elde edilen sonuçlara göre, düşük ekstraksiyon sıcaklığına karşın uzun ekstraksiyon süresinin daha kaliteli (jel gücü yüksek) ve yüksek verimli (HYP verimi yüksek) jelatin elde edilmesini sağladığı görülmüştür. Sonuçlara göre, tavuk derisindeki yüksek yağ içeriği ve bu yağın uzaklaştırılmasında yaşanan zorluklar nedeniyle elde edilen tavuk derisi jelatininin protein içeriği ticari standartlara göre düşük bulunmuştur. Ancak özellikle yağın etkin bir şekilde ayrılması sağlandığında daha yüksek kaliteli tavuk derisi jelatini üretilebileceği söylenebilir. Ülkemizde ve diğer dünya ülkelerinde tavuk ve işlenmiş tavuk ürünleri üretiminin artışı ile birlikte tavuk artıklarının değerlendirilmesi her geçen gün önem kazanmaktadır. Ülkemizde yıllık yaklaşık 600 bin ton kanatlı işleme artığı oluşmakta ve artık deri miktarının yıllık 30-40 bin ton civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bu artıkların işlenmesi, alternatif ürünlerin üretimine ve ekonomiye katkı sağlayacaktır. Ayrıca, bu artıkların değerlendirilmesi çevre kirliliğinin de önlenmesinde yararlı olabilecektir. Söz konusu nedenlerle tavuk işleme artıklarından biri olan tavuk derisinin yüksek katma değere sahip jelatin üretiminde kullanılması biyolojik kaynakların verimli kullanılması bakımından önemlidir. Yapılan çalışmalar ışığında, tavuk derisinin kuru maddesinin iki temel bileşenden oluştuğu ve yüksek miktarda yağ içerdiği tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarla, söz konusu yağ yeterince

uzaklaştırlamamış ve elde edilen jelatinin yüksek miktarda yağ içermesine ve düşük kaliteye sahip olmasına neden olmuştur. İleride yapılacak çalışmalarda, protein miktarının en iyi şekilde korunduğu ancak yağın daha etkin bir şekilde ayrıldığı yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Böylece, tavuk derisinde yaklaşık %10 civarında bulunan kolajen daha yüksek verim ve kalite ile jelatine işlenebilecektir. Bununla birlikte, düşük sıcaklıklarda uzun süreli ekstraksiyon ile verim ve kalitenin arttırılabileceği söylenebilir. Son olarak, tavuk derisinin jelatin üretiminde önemli bir hammadde olabileceği düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

- Almeida, P. F., Lannes, C. S., 2013. Extraction and Physicochemical Characterization of Gelatin from Chicken By- Product. *Journal of Food Process Engineering*, 36 (6): 824-833.
- AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis*. Fifteenth edition. Association of Official Analysis Chemists, Washington, DC.
- BESD-BİR., 2015. Beyaz Et Sanayicileri Ve Damızlıkçıları Birliği Derneği. *3.Uluslararası Beyaz Et Kongresi*. 22-26 Nisan 2015. Antalya.
- Boran, G., 2011. Bir gıda katkısı olarak jelatin: yapısı, özellikleri, üretimi, kullanımı ve kalitesi. *Gıda*, 36 (2): 97-104.
- Boran, G., Regenstein, J. M., 2009. Optimization of gelatin extraction from silver carp skin. *Journal of Food Science*, 74 (8): 432-441.
- British Standards Institution (BSI), 1975. *Methods for sampling and testing gelatine (physical and chemical methods)*, BSI. London.
- Dokuzlu, S., Barış, O., Hecer, C., GÜltaş, M., 2013. Türkiye'de Tavuk Eti Tüketim Alışkanlıkları ve Marka Tercihleri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27 (2).
- Du , L., Khiari, Z., Pietrasik, Z., Betti, M., 2013. Physicochemical and functional properties of gelatins extracted from turkey and chicken heads. *Poultry Science*, 92 (9): 2463-2474.
- Gildberg, A., Arnesen, J. A., 2007. Extraction and characterisation of gelatine from Atlantic salmon (*Salmo salar*) skin. *Bioresource Technology*, 98 (1): 53-57.
- Haug, I. J., Draget, K. I., 2009. *Handbook of Hydrocolloids*. Second edition. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition No. 173, Glyndwr University, UK. 948.
- He, Q., Kasankala, L. M., Xue, Y., Weilong, Y., Hong, S. D., 2007. Optimization of gelatine extraction from grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fish skin by response surface methodology. *Bioresource Technology*, 98 (17): 3338-3343.
- Hinterwaldner, R., 1977. Technology of Gelatin Manufacture. In: *The Science and Technology of Gelatin* (Editor: A. G. Ward, A. Courts). Academic Press, USA.
- Jongjareonrak , A., Rawdkuen , S., Chaijan , M., Benjakul , S., Osako, K., Tanaka, M., 2010. Chemical compositions and characterisation of skin gelatin from farmed giant catfish (*Pangasianodon gigas*). *LWT-Food Science and Technology*, 43 (1): 161-165.
- Jridi, M., Lassoued, I., Kammoun, A., Nasri, R., Nasri, M., Soussi, N., 2015. Screening of factors influencing the extraction of gelatin from the skin of cuttlefish using supersaturated design. *Food and Bioprocess Processing*, 94. 525-535.
- Keskin, B., Demirbaş, N., 2012. Türkiye'de Kanatlı Eti Sektöründe Ortaya Çıkan Gelişmeler: Sorunlar ve Öneriler. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (1). 117-130.
- Kittiphattanabawon, P., Benjakul, S., Sinthusamran, S., Kishimura, H., 2016. Gelatin from clown featherback skin: Extraction conditions. *LWT - Food Science and Technology*, 66: 186-192.

- Muyonga, J. H., Cole, C. B., Duodu, K. G., 2004a. Characterisation of acid soluble collagen from skins of young and adult Nile perch (*Lates niloticus*). **Food Chemistry**, 85 (1): 81-89.
- Muyonga, J. H., Cole, C. B., Duodu, K. G., 2004b. Extraction and physico-chemical characterisation of Nile perch (*Lates niloticus*) skin and bone gelatin. **Food Hydrocolloids**, 18: 581-592.
- Niu, L., Zhou, X., Yuan, C., Bai, Y., Lai, K., Yang, F., et al., 2013. Characterization of tilapia (*Oreochromis niloticus*) skin gelatin extracted with alkaline and different acid pretreatments. **Food Hydrocolloids**, 33 (2): 336-341.
- Ockerman, H. W., Hansen, C. L., 1998. **Animal By-Product Processing**. Ellis Horwood Ltd., Chichester England, 366.
- Oechsle, A. M., Akgün, D., Krause, F., Maier, C., Weiss, J., 2016. Microstructure and physical-chemical properties of chicken collagen. **Food Structure**, 7: 29-37.
- Petersen, B. R., Yates, J. R., 1977. **Gelatin Extraction**. United States Patent No: 4,064,008.
- Rafieian, F., Keramat, J., Kadivar, M., 2013. Optimization of gelatin extraction from chicken deboner residue using RSM method. **Journal of Food Science and Technology**, 50 (2): 374-380.
- Rammaya, K., Ying, V. Q., Babji, A. S., 2012. Physicochemical analysis of gelatin extracted from mechanically deboned chicken meat (MDCM) residue. **Health**, 5 (1/2): 3.
- Sarbon, N. M., Badii, F., Howell, N. K., 2015. The effect of chicken skin gelatin and whey protein interactions on rheological and thermal properties. **Food Hydrocolloids**, 45: 83-92.
- Sarbon, N. M., Badii, F., Howell, N. K., 2013. Preparation and characterization of chicken skin gelatin as an alternative to mammalian gelatin. **Food Hydrocolloids**, 30: 143-151.
- Schrieber, R., & Gareis, H., 2007. **Gelatine Handbook: Theory and Industrial Practice**. John Wiley & Sons, Weinheim, 335.
- Shyni, K., Hema, G. S., Ninan, G., Mathew, S., Joshly, C. G., Lakshmanan, P. T., 2014. Isolation and characterization of gelatin from the skins of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*), dog shark (*Scoliodon sorrakowah*), and rohu (*Labeo rohita*). **Food Hydrocolloids**, 39: 68-76.
- Silva, R. S., Bandeira, S. F., Pinto, L. A., 2014. Characteristics and chemical composition of skins gelatin from cobia (*Rachycentron canadum*). **LWT-Food Science and Technology**, 57 (2): 580-585.
- Sompie, M., Surtijono, S. E., Pontoh, J. W., Lontaan, N. N., 2015. The effects of acetic acid concentration and extraction temperature on physical and chemical properties of pigskin gelatin. **Procedia Food Science**, 3: 383-388.
- Woessner, J. F., 1961. The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this imino acid. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, 93 (2): 440-447.
- Yetim, H., 2011. Jelatin üretimi, özellikleri ve kullanımı. **1. Ulusal Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi. 19-20 Kasım 2011**. Ankara.

ÖZ GEÇMİŞ

1993 yılında Siirt'in Kurtalan ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Kurtalan'da tamamladı. 2015 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden Gıda Mühendisi ünvanı ile mezun oldu. Aynı yıl Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı.



YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 08/06/2017

Tez Başlığı:

Tavuk Derisinden Jelatin Eldesinin Yanıt Yüzey Yöntemi İle Optimizasyonu

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 35 sayfalık kısmına ilişkin, 08/06/2017 tarihinde şahsım ve tez danışmanım tarafından Turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 3 (üç) tür.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.


Tarih ve İmza
08.06.2017

Adı Soyadı: Kıymet YILDIZ

Öğrenci No: 159101028

Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği

Programı: Tezli Yüksek Lisans

Statüsü: Y. Lisans ☒

Doktora ☐

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR



Yrd. Doç. Dr. Gökhan BORAN

(Unvan, Ad Soyad, İmza)

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR

(Unvan, Ad Soyad, İmza)