

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FONKSİYONEL ÖZELLİĞE SAHİP JELATİN SENTEZİ VE
KARAKTERİZASYONU

Sadık GÖNEŞ

DOKTORA TEZİ

Biyomühendislik Anabilim Dalı

Biyomühendislik Programı

Danışman

Prof. Dr. Sevil YÜCEL

Aralık, 2020

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FONKSİYONEL ÖZELLİĞE SAHİP JELATİN SENTEZİ VE
KARAKTERİZASYONU**

Sadık GÖNEŞ tarafından hazırlanan tez çalışması 11.12.2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyomühendislik Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Sevil YÜCEL
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Sevil YÜCEL, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. İbrahim IŞILDAK, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Zafer Ömer ÖZDEMİR, Üye
Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Doç. Dr. MEHMET MURAT ÖZMEN, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üye. PINAR TERZİOĞLU, Üye
Bursa Teknik Üniversitesi

Danışmanım Prof. Dr. Sevil YÜCEL sorumluluğunda tarafımda hazırlanan Fonksiyonel Özelliğe Sahip Jelatin Sentezi ve Karakterizasyonu başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Sadık GÖNEŞ

İmza



Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nün 2016-07-04-DOP06, ID:1989 numaralı projesi ile desteklenmiştir.



Aileme
ve
biricik eşime

TEŞEKKÜR

Öncelikle, doktora hayatım boyunca yaşadığım sıkıntılı zamanlarda destek olarak çalışmalarımı başarılı bir şekilde tamamlamamı sağlayan, sahip olduğu eşsiz bilgi ve tecrübesini paylaşarak tüm sorunları çözmemde bana yardımcı olan değerli hocam sayın Sevil Yücel' e sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Doktora hayatımın başından itibaren her konuda değerli desteklerini esirgemeyen sayın hocam İbrahim Işıldak' a teşekkür ederim.

Doktora hayatımın ilk aşamasından itibaren her konuda değerli desteklerini esirgemeyen, laboratuvar çalışmaları da dahil her konuda çalışmalarımın başarıyla tamamlanmasında çok emeği olan sayın hocam Zafer Ömer Özdemir'e teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarında destek ve yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Murat Topuzoğulları'na, değerli arkadaşlarım Deniz Onat'a, Seda Averbek'e ve Elif Kahraman'a teşekkür ederim.

Benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, değerli kardeşlerim İsmail Göneş, Yunus Göneş, babam Ahmet Göneş ve annem Şerife Göneş' e teşekkür ederim.

Bu süreç boyunca hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan, maddi manevi desteğini esirgemeyen, doktora çalışmalarımın başarı ile tamamlanmasında çok büyük pay sahibi olan sevgili eşim, hayat arkadaşım Dr. Alime Gül Göneş' e sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

Yoğun bir çalışma temposunun üstüne doktora çalışmalarım da eklenmesi nedeniyle kendilerinin yanında olmadığım zamanlara sabreden ve varlıkları ile hayatıma mutluluk veren oğullarım Ahmet Said Göneş' e ve Akın Göneş' e minnet, şükran ve teşekkürlerimi sunarım.

Sadık GÖNEŞ

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ	x
KISALTMA LİSTESİ	xi
ŞEKİL LİSTESİ	xii
TABLO LİSTESİ	xiv
ÖZET	xv
ABSTRACT	xvxi
1 GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	5
1.3 Orijinal Katkı	6
2 GENEL BİLGİLER	7
2.1 Peptit Sentezi	7
2.1.1 Peptit Tanımı ve Adlandırılması	7
2.1.2 Peptitlerin Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri	8
2.1.3 Peptid Sentezinin Mekanizması	9
2.1.4 Peptid Sentezi Elde Edilen Ürünlerin Kullanılan Alanları	17
2.2 Kolajen	17
2.2.1 Kolajenin yapısı ve kompozisyonu	17
2.2.2 Kolajen Kullanımının Önemi	20
2.2.3 Kolajenden Hidrolizat Üretimi	21
2.3 Jelatin	23
2.3.1 Jelatinin Yapısı ve Kompozisyonu	23
2.3.2 Jelatinin Jel Oluşturma Mekanizması	25
2.3.3 Jelatin Üretim Prosesi	26

2.3.4	Jelatinin Önemi ve Kullanım Alanları.....	28
2.3.5	Jelatinin Pazar Payı.....	31
2.4	Jelatinin Kalitesini Etkileyen Faktörler.....	33
2.4.1	Aminoasit Kompozisyonu.....	33
2.4.2	pH.....	33
2.4.3	Asit/Alkali Uygulanması.....	34
2.4.4	Ekstraksiyon Süresi ve Sıcaklığı.....	34
2.4.5	Diğer Faktörler.....	34
2.5	Jelatinin Kalite Parametreleri.....	35
2.5.1	Jelatinin Viskozitesi.....	35
2.5.2	Jelatinin Jel Kuvveti (Bloom).....	36
2.5.3	Jelatinin Su Kapasitesi.....	39
2.5.4	Jelatinin İzoelektrik Noktası.....	39
2.5.5	Jelatinin Erime-Jelleşme Sıcaklığı.....	40
2.5.6	Jelatinin Duyusal Özellikleri.....	42
2.6	Kıvam Arttırıcılar.....	42
2.6.1	Karboksimetil Selüloz (CMC).....	42
2.6.2	Ksantam Gam.....	42
2.6.3	Keçi Boynuzu Gamı.....	43
2.6.4	Gam Arabik.....	44
2.6.5	Pektin.....	45
2.6.6	Karragenan.....	46
2.6.7	Patates Nişastası.....	47
2.6.8	Kitosan.....	47
2.7	Elma Suyu Üretimi ve Durultması.....	48
2.7.1	Elma Suyu Üretimi Proses Basamakları.....	48

2.7.2	Elma Suyunda Bulanıklık Ajanları	51
2.7.3	Elma Suyunda Berraklaştırma Prosesleri.....	52
3	MATERYAL VE METOD	57
3.1	Materyal.....	57
3.1.1	Kullanılan Kimyasallar	57
3.1.2	Kullanılan Cihazlar	57
3.1.3	Kullanılan Bilgisayar Yazılımları.....	58
3.2	Metod	58
3.2.1	Peptit Sentezi ve Karakterizasyonu	58
3.2.2	Hidrolizat-Jelatin Karışımın Hazırlanması.....	61
3.2.3	Kıvam Arttırıcılar-Jelatin Karışımlarının Hazırlanması.....	61
3.2.4	Meyve Suyunda Durultma İşlemi.....	62
4	BULGULAR VE TARTIŞMA	64
4.1	Sentezlenen Peptitlerin Kalite Testleri.....	64
4.2	Sentezlenen Peptitler ile Elde Edilen Karışımların Kalite Testleri	67
4.3	Kolajen Hidrolizat-Jelatin Karışımı Kalite Testleri.....	68
4.4	Kıvam Arttırıcılar-Jelatin Karışımının Kalite Testleri	69
4.5	Sentezlenen Peptit-Jelatin Karışımlarının Elma Suyu Durultma Prosesinde Kullanımı	71
4.6	Hidrolizat-Jelatin Karışımlarının Elma Suyu Durultma Prosesinde Kullanımı	72
4.7	Kıvam Arttırıcılar-Jelatin Karışımlarının Elma Suyu Durultma Prosesinde Kullanımı	73
5	SONUÇ VE ÖNERİLER	76
	KAYNAKÇA	81
	TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR	94

SİMGE LİSTESİ

α	Alfa
β	Beta
dk	Dakika
γ	Gama
g	Gram
pH	Hidrojen Gücü
I	İota
pI	İzoelektrik
Ca	Kalsiyum
İ	Kapa
kDa	Kilodalton
ϵ	Ksi
Λ	Lambda
L	Litre
μ L	Mikrolitre
mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
μ	Mü
K	Potasyum
sn	Saniye
cP	Santipoise
Na	Sodyum
θ	Teta

KISALTMA LİSTESİ

NH ₂	Amin
BP	Balık Temelli Peptit
DXG	Dialdehid Ksantan Sakızı
DCM	Diklormetan
DMF	Dimetil Formamit
DCC	Disikloheksil Karbodiimid
DP	Domuz Temelli Peptit
HF	Hidrofluorik Asit
HBr	Hidrojen Bromür
HF	Hidrojen Florür
HCl	Hidroklorik Asit
GPC	Jel Geçirgenlik Kromatografisi
Ca(OH) ₂	Kalsiyum Hidroksit
CMC	Karboksimetil Selüloz
COOH	Karboksilik Asit
CHI	Kitosan
NH ₂ -MMT	Montmorillonite
HATU	N-[(dimethylamino)-1H-1,2,3-triazolo-[4,5-b]pyridin-1-ylmethylene]-N-methylmethanaminium hexafluorophosphate N-oxide)
HBTU	N-[(1H-Benzotriazol-1-yl)(dimethylamino)methylene]-N-methylmethanaminium hexafluorophosphate N-oxide
TBTU	N-[(1H-benzotriazol-1-yl)(dimethylamino)methylene]methylmethanaminium tetrafluoroborate N-oxid'
PEG-PS	Poli-Etilenglikol-Poli-Stire
PVPP	Polivinilpolipirrolidon
PS	Poli Stiren
SP	Sığır Temelli Peptit
LC-MS	Sıvı Kromatografisi-Kütle Spektrometresi
H ₂ SO ₄	Sülfürik Asit
THF	Tetrahidrofuran
F ₃ C-COOH	Trifluoroasetik Asit
TFA	Trifluoroasetik Asit
TFMSA	Triflorometan Sülfonik Asit
t-BOC	t-bütüloksikarbonil
UV	Ultra viole
UV-VIS	Ultraviyole ve görünür ışık absorpsiyon spektroskop
HPLC	Yüksek Performans Sıvı Kromatografisi
HOAt	1-Hidroksi-7-Azabenzotriazol
HOBt	1-Hidroksibenzotriazol

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	Kondenzasyonla peptit bağı oluşumu	7
Şekil 2.2	Pentapeptit şematik gösterimi	8
Şekil 2.3	Merrifield katı-faz peptid sentezi.....	10
Şekil 2.4	t-BOC-A ve t-BOC-B.....	10
Şekil 2.5	t-BOC-B' nin karboksil grubunun DCC ile etkinleşmesi.....	11
Şekil 2.6	Amid türü peptid sentezinde kullanılan reçineler.....	12
Şekil 2.7	Asit türü peptid sentezinde kullanılan reçineler	12
Şekil 2.8	Fmoc korumalı lizin amino asidi yüklenmiş 2-Cl-Trt reçinesi.....	13
Şekil 2.9	Katı fazlı peptid sentezinde kullanılan aktivatörler.....	14
Şekil 2.10	Katı-fazlı peptid sentezinde aktivasyon ve koruma kaldırılarak bağlanma aşamaları.....	15
Şekil 2.11	Katı-faz peptid sentezinin şematik gösterimi.....	16
Şekil 2.12	Reçinenin peptidten ayrılma (cleavage) aşaması.....	17
Şekil 2.13	Kolajen fibrinlerin SEM görüntüsü.....	18
Şekil 2.14	Kollajen üçlü sarmalına genel bakış.....	19
Şekil 2.15	Kolajenin aminoasit dağılımı	19
Şekil 2.16	En yaygın kollajen türleri arasındaki yapısal farklılıklar.....	20
Şekil 2.17	Hidrolizat üretim proses basamakları	22
Şekil 2.18	Hidrolizat üretimi için kullanılan evaporatör	23
Şekil 2.19	Sığır jelatini.....	24
Şekil 2.20	Jelatin'in kimyasal yapısı.....	24
Şekil 2.21	Gelatinin helix yapısı.....	25
Şekil 2.22	Kolajen, jelatin, hidrolizatın şematik gösterimi.....	25
Şekil 2.23	Jelatin Üretimi.....	27
Şekil 2.24	2013-2024 yılları arasında gerçekleşen ve gerçekleşmesi öngörülen jelatin market payı oranları.....	32
Şekil 2.25	Konsantrasyonun bir fonksiyonu olarak düşük, orta ve yüksek jelleşme dirençli jelatin için viskozite davranışı, (60° C).....	36
Şekil 2.26	pH' in jelatinin jel kuvvetine etkisi (60° C).....	37
Şekil 2.27	Konsantrasyonun bloom değeri üzerine etkisi (10° C)	38
Şekil 2.28	pH 5.5' de sıcaklığa göre jelatinin bloom değerindeki değişim.....	38
Şekil 2.29	Düşük, orta, yüksek bloom değerlerine sahip jelatinlerin konsantrasyona bağlı olarak erime noktalarındaki değişim eğrileri	41
Şekil 2.30	CMC kimyasal yapısı.....	42
Şekil 2.31	Ksantam gamın kimyasal yapısı	43
Şekil 2.32	Keçiboynuzu gamının kimyasal yapısı	44
Şekil 2.33	Gam arabik kimyasal yapısı.....	45
Şekil 2.34	Pektinin kimyasal formülü	45
Şekil 2.35	Karragenan türevleri kimyasal yapısı	46
Şekil 2.36	Patates nişastasının kimyasal gösterimi	47
Şekil 2.37	Kitosanın kimyasal gösterimi	48
Şekil 2.38	Elma suyu üretimi proses basamakları	49
Şekil 2.39	Floklaşma mekanizması.....	53
Şekil 2.40	Durultmada bulanıklık ajanlarının parçalanması.....	56
Şekil 3.1	Mikrodalga destekli peptid sentez cihazı.....	59
Şekil 3.2	Hidrolizat-jelatin karışımında viskozite tayini	61

Şekil 3.3	Kıvam arttırıcılar-jelatin karışımı bloom ölçümü.....	62
Şekil 3.4	Renk ve berraklık testlerinin yapıldığı UV cihazı	63
Şekil 4.1	Sığırdan üretilen jelatinin aminoasit yapısı temel alınarak sentezlenen peptitin kütle spektrofotometresi sonucu	64
Şekil 4.2	Sığırdan üretilen jelatinin aminoasit yapısı temel alınarak sentezlenen peptitin HPLC sonucu.....	65
Şekil 4.3	Balıktan üretilen jelatinin aminoasit yapısı temel alınarak sentezlenen peptitin kütle spektrofotometresi sonucu	65
Şekil 4.4	Balıktan üretilen jelatinin aminoasit yapısı temel alınarak sentezlenen peptitin HPLC sonucu.....	66
Şekil 4.5	Domuzdan üretilen jelatinin aminoasit yapısı temel alınarak sentezlenen peptitin kütle spektrofotometresi sonucu	66
Şekil 4.6	Domuzdan üretilen jelatinin aminoasit yapısı temel alınarak sentezlenen peptitin HPLC sonucu.....	67



TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1	Standart amino asitlerin özellikleri ve sınıflandırılması.....	8
Tablo 2.2	Gıda endüstrisinde jelatinin kullanıldığı ürünler ve kullanım amacı	29
Tablo 2.3	Jelatin ve diğer kıvam arttırıcıların karşılaştırılması	30
Tablo 2.4	Gıda sektöründe kullanılan jelatinlerin fiziko-kimyasal özellikleri.	41
Tablo 3.1	Sentezlenen peptitlerin aminoasit dizilimi	60
Tablo 4.1	Sentezlenen peptit ve jelatin karışımların kalite parametreleri	68
Tablo 4.2	Hidrolizat-jelatin karışımlarının kalite testleri	69
Tablo 4.3	Kıvam arttırıcılar-jelatin karışımlarının kalite testleri.....	70
Tablo 4.4	Sentezlenen peptitler ve jelatin karışımlarının elma suyu durultma işleminde kullanımı berraklık sonuçları	72
Tablo 4.5	Hidrolizat-jelatin karışımlarının elma suyu durultma işleminde kullanımı berraklık sonuçları	73
Tablo 4.6	Kıvam arttırıcılar-jelatin karışımlarının elma suyu durultma işleminde kullanımı berraklık sonuçları	74

Fonksiyonel Özelliğe Sahip Jelatin Sentezi ve Karakterizasyonu

Sadık GÖNEŞ

Biyomühendislik Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Sevil YÜCEL

Jelatin ticari olarak üretilen bir çok ürünün kalitesini birinci derecede etkilemektedir, bu sebeple gıda endüstrisi için vazgeçilmez bir materyaldir. Çalışmada; standart ticari sığır jelatine, fonksiyonel özellik kazandırılarak meyve suyu durultma prosesindeki etkinliğinin artırılması amaçlanmıştır, bu amaç doğrultusunda üç farklı yöntem denenmiştir. İlk olarak; sığır (SP), domuz (DP) ve balıktan (BP) elde edilen jelatinlerin aminoasit yapısı temel alınarak lizin, arjinin, prolin ve hidrokisprolin oranları artırılarak 3 farklı peptid "Katı Faz Peptid Sentezi" yöntemi kullanılarak sentezlenmiştir. Sentezlenmiş olan her bir peptid, ayrı ayrı bir karışım oluşturacak şekilde kütlece %2.5-5-10 oranlarında standart ticari sığır jelatin ile karıştırılmıştır. İkinci olarak; standart ticari jelatine, kolajen hidrolizat kütlece %2.5-5-10 oranlarında eklenerek karışımlar hazırlanmıştır. Son olarak, gıda sektöründe kıvam arttırıcı olarak kullanılan karagenan, gum arabic, karboksi metil selüloz (CMC), pektin, modifiye patates nişastası, kitosan, keçiyoynuzu gamı ve ksantam gumın her biri ile aynı oranlarda karışımlar hazırlanmıştır. Elde edilen tüm karışımlara jelatine yönelik uygulanan standart kalite testleri yapılmıştır. Her bir karışım elma suyu durultma prosesinde kullanılmış ve ürünlerin berraklık oranları (%T440nm ve %T625nm) tayin edilmiştir. SP, DP ile hazırlanmış olan karışımların durultmaya etkisi, BP ile yapılan

karışıma oranla daha yüksek olup, üç karışımın da sadece ticari sığır jelatini kullanıma göre daha yüksek performans gösterdiği tespit edilmiştir. Kolajen hidrolizat-jelatin karışımının sadece jelatin kullanıma göre elma suyu durultma işleminde verimin artmasına yol açtığı anlaşılmıştır. Keçi boynuzu gamı, gam arabik, pektin, karagenan, patates nişastası-jelatin karışımlarının durultma işleminde sadece jelatin kullanıma oranla daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte; ksantam gam, karagenan, CMC' nin jelatinin viskozitesini önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir. jelatinin karakteristik özelliklerinde ciddi bir değişim oluşturmaksızın oluşturacağı jellerdeki viskoziteyi önemli ölçüde arttırarak bu ürünlerle yapılacak jelatin karışımlarına ek bir fonksiyonel özellik kazandıracığı anlaşılmıştır. Geliştirilmiş olan fonksiyonel jelatinin, içeceklerin yanısıra gıda sektörünün çeşitli alanlarında da kullanılabileceği ön görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sentetik peptitler, jelatin, kıvam arttırıcılar, kolajen hidrolizat, elma suyu durultma

The Synthesis and the Characterization of Gelatin via Functional Property

Sadık GÖNEŞ

Bioengineering Department

PhD Thesis

Adviser: Prof. Dr. Sevil YÜCEL

Gelatin significantly affects the quality of many commercially-available products. Thus, it is an indispensable additive of the food industry. In this study; Three different methods were used to enhance the efficiency of commercial gelatin used in the apple juice clarification process. Firstly; three different peptides were synthesized using, the “solid-phase peptide synthesis” method by increasing the ratios of lysine, arginine, proline and hydroxyproline based on the amino acid structure of the gelatin obtained from bovine (SP), porcine (DP) and fish(BP). Each peptide was mixed with gelatin (by mass) at 2.5-5-10% ratios, respectively. Secondly; collagen hydrolyzate was added to gelatin, at 2.5-5-10% ratios by mass to prepare mixtures. Finally, carrageenan, Arabic gum, carboxymethyl cellulose, pectin, modified potato starch, chitosan, locust bean gum, and xantam gum were mixed with same ratios with gelatin. Standart quality tests were carried out on the all mixtures. Each of the mixtures was used in the clarification of apple juice and the clarity rates ($T_{440\%nm}$ and $T_{625\%nm}$) determined. The effects of the mixtures prepared with BP and PP during the clarification were found to have a stronger effect when compared to the FP. The use of synthesized peptides demonstrated a higher performance than solely used gelatin. It has been understood that the collagen hydrolyzate-gelatin mixture leads to an increase efficiency of clarification according to only use of gelatin. The gelatin-thickener mixtures performed better

than the gelatin in the clarification. Moreover, xanthan gum, carrageenan, CMC has been found to significantly increase the viscosity of gelatin. It was understood that by significantly increasing the viscosity in the jellies without a significant change in the characteristic properties of the gelatin, would provide an additional functional property to the gelatin. It is anticipated that functional gelatin can be used in various areas besides drinks of the food industry.

Keywords: Synthetic peptides, gelatin, thickeners, collagen hydrolyzate, apple juice clarification



1.1 Literatür Özeti

Jelatin; ağırlıklı olarak hayvanların bağ dokularında bulunan, doğal bir yapısal protein olan kolajenin asidik veya bazik hidrolizi ile üretilen bir proteindir [1]. Jelatin; hayvan kemik, deri veya dokularında bulunan kolajenin, su varlığında asit ve/veya alkali ile muamele edilmesi ile kolajen fibrinlerin kırılması ile meydana gelir [1], [2]. Kolajen, glisin, prolin ve hidroksiprolince fazla olan uzun aminoasit zincirlerinden oluşur. Prolin ve hidroksipolin zincirler arası hidrojen bağları vasıtasıyla üçlü helezon oluşumunu dengeler [3]. Jelatin renksiz veya hafif sarı renkte, kendine has kokusu olan, kullanılacağı alana uygun olarak granül, toz vs. şekillerde üretilen bir maddedir. Oda sıcaklığındaki suda çözülebilir, alkol eter vs. gibi çözücülerde çözünme özelliği göstermez. [4], [5]. Birçok fonksiyonel özelliğe sahip hidrokolloid bir yapı olan jelatin, gıda, tıp, eczacılık ve kozmetik gibi bir çok alanda kullanılmaktadır [6]. Gıda sektörü için önemli bir katkı maddesi olan jelatin, jelleştirici ajan, stabilizatör, emülsifikatör olarak kullanılmaktadır [7], [8]. Bununla birlikte, hem alkollü hem de alkolsüz içeceklerde önemli bir berraklaştırma ajanıdır [9]. Üretilen jelatin için en önemli kalite parametreleri; viskozite [6], bloom değeri [4], su kapasitesi [1], izoelektrik nokta [6], erime-jelleşme sıcaklığı [3].

Kolajenin, uygun koşullar altında belirli enzimler ile muamele edilmesi sonucu hidrolizat elde edilir [10]. Hidrolizat kolajenin daha küçük moleküler yapısındadır, suda çözülebilir özelliktedir. Bu sayede jelatin yada kolajen kullanımının kısıtlı olduğu alanlarda da kullanım olanağı sağlar. Özellikle son yıllarda gıda, kozmetik ve ilaç sanayinde yaygın olarak kullanılmaktadır [11].

Nobel ödüllü araştırmacı Bruce Merrifield, katı-fazlı peptid sentezini ilk geliştiren araştırmacıdır. uzun yapay peptidler, katı-fazlı peptid sentezi ile kısa bir sürede sentezlenebilmektedir [12], [13]. Katı-fazlı peptid sentezinin avantajları; ürünler yüksek saflıkta elde edilebilirler, Taşıyıcı Polimerler başka bir sentez için tekrar

kullanılabilir, çok basamaklı sentezler daha hızlı bir şekilde gerçekleştirilir, katı fazda elde edilen üründen reaktanların ayrılması oldukça kolaydır [14], [15].

Kıvam arttırıcılar özellikle gıda sektöründe kullanılan yardımcı ajanlardır. Genellikle gıdanın duyusal özelliklerinin iyileştirilmesinde, çözeltilerin koyulaştırılmasında, aromanın kontrollü salınmasında, şeker ve buz kristallerinin oluşmasının önlenmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca stabilize edici, emülsifiye edici gibi özelliklerinden de yararlanılır. kıvam arttırıcıların jelleşmesi içinde buldukları gıdanın cinsine, pH, sıcaklık gibi faktörlere bağlıdır [16], [17]. Gıda sektöründe sıklıkla kullanılan kıvam arttırıcılar; karboksimetil selüloz [18], ksantam gam [19], keçiboynuzu gamı [20], gam arabik [21], pektin [22], karragenan [23], patates nişastası [24], kitosandır [25].

Elma suyu, ülkemizin ticaret hacmini arttıran önemli bir kalemdir. İç tüketimin yanı sıra en fazla ihracatı yapılan meyve suyu türüdür [26]. Gıda tüketicileri tarafından genel olarak berrak elma suyu talep edilmektedir. Elde edilen ürünün berraklaşması içinde bulunan kolloid yapıdaki ajanların uzaklaştırılmasına bağlıdır. Bu ajanlar bulanıklığın yanı sıra okside olarak tadın acılaşmasına, rengin kararmasına neden olmaktadır [27]. Elma suyunda bulunan bulanıklık ajanları; polifenoller [27], araban [27], pektin [28], nişasta [29], protein [28]. Durultma proses basamağında, berraklaşmayı sağlamak amacıyla bazı yardımcı ajanlar kullanılmaktadır, bunların en önemlisi jelatindir [30].

Jelatine çeşitli fonksiyonel özellikler kazandırmak amacıyla jelatine eklenen yada jelatinle muamele edilen çeşitli kimyasallarla jelatinin oluşturduğu bileşikler üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları jelatinin mevcutta var olan jelleşme özelliğini iyileştirme, gıda ve ilaç uygulamalarındaki rolünü arttırmaya yöneliktir. Calvarro vd., [31] domuz jelatinini farklı konsantrasyonlarda ticari transglutaminase (TGase) ile muamele ederek jelatin jellerinin termal stabilitesi, tekstürel yapısı ve köpük direnci üzerine etkisini gözlemlemişlerdir. Zhuang vd., [32] selüloz ester (MCN) ile jelatini aktif ester gruplarından bağlayarak kompozit polimer bir yapı oluşturarak ilaç salınımı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Lai ve Ma [33] potansiyel oftalmik uygulamalar için oksitlenmiş hiyalüronik asit (oHA) ile işlevselleştirilmiş jelatin mikro taşıyıcıların (GMC) biyoyumluluğunu incelemişlerdir. Nilsuwan vd., [34] balık jelatinine çeşitli

konsantrasyonlarda ekledikleri epigallocatechin gallate (EGCG) ile jelatine antioksidatif film özelliği kazandırmakla birlikte filmin ısıyla sızdırmazlık özelliğini de etkilemişlerdir.

Jelatin ve kıvam arttırıcıların (proteinler ve polisakkaritler) oluşturduğu kompleks koaservasyon, zıt yüklü biyopolimerler arasındaki elektrostatik çekimden kaynaklanan bir tür faz ayrımıdır [35], [36], [37]. Kompleks koaservatlar yapısı ve kararlılıkları, yapı, esneklik ve biyopolimerler yük yoğunluğu, molekül ağırlığı, çözücü kalitesi, pH, iyonik güç, protein-polisakkarit molar oranı, toplam biyopolimer konsantrasyonu, vb. farklı parametrelere bağlıdır [38], [39], [40]. Bununla birlikte, zıt yüklü protein ve polisakkarit (jelatin-CMC kompleksi koaservasyon) arasındaki etkileşimlerin bağlanma davranışları, bağlanma stokiometrisi (N), afinite sabiti (K), entalpi (DH), entropi (DS) katkıları gibi termodinamik parametreler ve Gibbs serbest enerji değişimine (DG) bağlı olduğu ortaya konmaktadır [35], [36], [41]. Bu nedenle, protein-polisakkarid komplekslerin pH ve termodinamik özellikleri gibi parametrelerin etkisi, farklı uygulamalar için karmaşık koaservasyonlu materyallerin geliştirilmesinde kullanılmaktadır [40]. Jelatin ve karboksimetil selülozun birlikte kompleks oluşturulduğu ve karakterizasyonunun incelendiği çalışmada polisakkarit (CMC) ile protein (jelatin) arasındaki etkileşimin elektrostatik etkileşimler tarafından yönlendirildiği ortaya çıkarılmıştır. Karboksil grubunun bağlanması, proteinin amin grubuna ve pH' a bağlı olduğu yargısına varılmıştır [42]. Sarika vd., [43] jelatin-gum arabik karışımının etkileşimlerini inceledikleri çalışmada; karışımındaki protein ve polisakkarit oranının kritik olduğunu, bunun yük dengesini, etkileşimlerin yoğunluğunu ve bulk derecesini, dolayısıyla kompleksin davranışını kontrol ettiğini göstermişlerdir.

Jelatin ile çeşitli kıvam arttırıcıların oluşturduğu bileşiklerin fonksiyonelliği üzerine yapılan çalışmada; Choi vd., [44] kitosan ile jelatini asit toleranslı tirozinaz-CNK yardımıyla bağlamışlardır. Oluşturulan bileşiğin doku mühendisliği için yararlı bir malzeme olacağını savunmaktadırlar. Ge vd., [45] kompozit yenilebilir filmlerin mekaniksel özelliklerini arttırmak amacıyla; amin eklenmiş montmorillonite (NH₂-MMT), çapraz bağlama maddesi olarak dialdehid ksantan sakızını (DXG) kullanarak jelatin içine dahil etmişlerdir. Wang vd., [46] yaptıkları

çalışmada; jelatin/ksantan zankı (XG, bir anyonik polisakkarit) ve jelatin/kitosan (CHI, bir katyonik polisakkarit) sulu karışımlarının, saf bileşen çözeltilerine kıyasla daha yüksek jelleşme özellikleri sergilediğini göstermişlerdir. Uranga vd., [47] yaptıkları çalışmada sitrik asit içeren balık jelatin/kitosan kompozit filmleri hazırlanmışlardır. Hazırlanmış olan filmler terlemeyi önleme, UV bariyer oluşturma, antimikrobiyal etki, filmlerin kopma uzamasının arttırılmasında olumlu etkiler göstermiştir.

Proteinler ve polisakkaritler arasındaki etkileşimleri araştıran birçok yayın olmasına rağmen, iki polielektrolit sistem olan protein-protein sistemlerin araştırılması ile ilgili yayın sayısı sınırlıdır. İki protein arasındaki etkileşimler hakkında yayınlanan ilk makalede, izoelektrik noktaları arasındaki pH aralığında, asit ve alkali işlenmiş jelatinlerin karışımlarında çözünebilir ve çözünmeyen kompleksler oluştuğu gözlenmiştir [48]. Çalışmalar göstermiştir ki; iki polielektrolit arasındaki etkileşim, güçlü bir şekilde pH' dan etkilenmektedir [49]. Ayrıca, Ersch vd. [50] yaptıkları çalışmada jelatin ve hidrolizat ile globüler proteinlerin oluşturduğu jellerin reolojik ve mikroyapısal değişikliklerin meydana gelmesinde moleküler boyutların en önemli belirleyici olduğu sonucuna varılmıştır. Jelatinin eklenmesi, globüler protein jeli yapısının bir kabalaşmasına neden olurken hidrolize jelatin mevcudiyeti bu etkiyi göstermemiştir.

Elma suyundaki bulanıklık ajanları ile jelatin arasındaki partikül-jelatin komplekslerinin stabilitesine, elektrostatik kuvvetlerin yanı sıra, hidrofobik ve hidrofilik kuvvetler katkıda bulunur. Ayrıca, çalışmada elektrostatik kuvvetlerin düşük jelatin içeriğinde baskın olmakla birlikte, daha yüksek jelatin içeriğinde hidrofobik ve hidrofilik etkileşimlerin meydana geldiği gösterilmektedir [51]. Elma suyunda renk ve berraklık değerleri spektrofotometride dalga boyları; 440 ve 625 nm' de %T değeri olarak değerlendirilir [52], [53], [54]. Kadakal ve Nas [55], ticari olarak satışa sunulacak elma sularında ölçülen %T renk değerinin en az 40.0 olmasının, %T berraklık değerinin % en az 94.0 olmasının ürün satışı konusunda önemli bir parametre olduğunu bildirmişlerdir. Berraklık oranının, uygunlanan jelatinin miktarına, uygulanma süresine ve sıcaklığa bağlı olarak değiştiği bildirilmektedir [56].

1.2 Tezin Amacı

Jelatin giderek yaygınlaşan kullanım alanı ile tıptan kozmetiğe, gıdadan tarıma kadar çok çeşitli alanlarda kullanılan, üretim proseslerinin bir çok aşamasında yer alan bir üründür. Jelatinin yaygın olarak kullanılmasında; toksik olmaması, biyogüvenilir olması, gıda kullanıma uygun olması, insan vücut sıcaklığının altındaki düşük sıcaklıklarda kolayca erimesi ve jelleşme ile erime sıcaklığı arasındaki farkın küçük olması, birkaç fonksiyonel özelliği birden sağlaması, kokusuz ve tatsız olması gibi özellikleri önemli rol oynamaktadır. Bununla birlikte; yağ ve karbonhidrat içermeksizin saf bir protein kaynağı olması da jelatinin önemini arttırmaktadır.

Jelatin gıda sektöründe üretimin bir çok aşamasında katkı maddesi olarak tercih edilmektedir. Gıdanın kalite özelliklerini düzenlemede tercih edilen jelatin; kıvam arttırıcı, jelleştirici, emülsifiye edici, stabilizatör olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, jelatin sahip olduğu protein içeriği ile fonksiyonel gıda üretiminin Ar-Ge çalışmalarında da öncelikle araştırma konusu olan bir üründür. Jelatin gıda sektöründe alkollü ve alkolsüz içecek üretiminin durultma aşamasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Meyve suyu durultma işleminde bir çok yöntem kullanılmakla birlikte jelatin kullanımı hem maliyetler hem de biyogüvenlik açısından yarattığı avantajlar sebebi ile firmalar tarafından tercih edilmektedir.

Mevcut çalışmada; meyve suyu durultma proses aşamasında yaygın olarak kullanılan jelatine fonksiyonel özellik kazandırılarak durultma prosesindeki verimin artırılması amaçlanmaktadır. Fonksiyonel özellik kazandırmak amacıyla üç farklı yöntem tasarlanarak jelatinin durultma işlemindeki veriminin artırılması hedeflenmektedir. Bu amaçla; koloidal partikülleri tutma özelliği kazandırılmış jelatin temelli peptitlerin sentezlenmesi, moleküler boyutları jelatine göre küçük olan hidrolizat kolajen kullanılması ve kıvam arttırıcı özelliğe sahip sekiz farklı materyalin jelatin ile birleştirilmesi suretiyle jelatinin durultma özelliğinin artırılması hedeflenmektedir.

Özet olarak; alkollü ve alkolsüz içeceklerde en önemli sorunlardan biri olan bulanık yapının giderilerek renk ve görünüşün düzenlenmesi işleminde yaygın olarak kullanılan jelatine fonksiyonel özellik kazandırılması amaçlanmakta, böylece jelatinin durultmadaki veriminin artırılarak ek bir durultma prosesine

ihtiyaç duymadan meyve suyu üretiminin sağlanması ile hem maliyetlerin hem de üretim proses süresinin azaltılması amaçlanmaktadır.

1.3 Orijinal Katkı

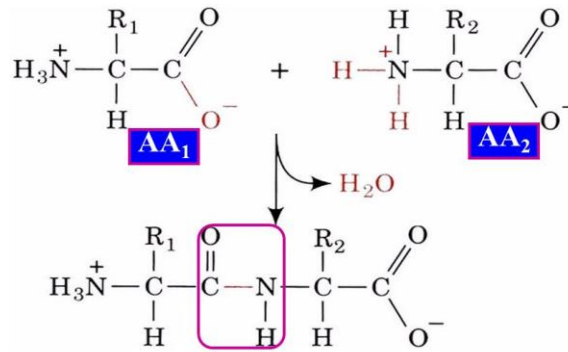
Çalışmada; alkollü ve alkolsüz içeceklerin temel sorunlarından olan bulanıklığın giderilmesinde kullanılan jelatine fonksiyonel özellik kazandırılarak durultma prosesindeki verimin artırılması, ek bir prosese ihtiyaç duyulmadan ürünün istenen niteliğe ulaştırılması böylece maliyetlerin azaltılması amaçlanmıştır. Bu amaçla; jelatin temel alınarak aminoasit yapısı belirlenmiş olan, meyve suyundaki bulanıklık ajanlarını tutma özelliği artırılmış üç farklı peptit sentezlenmiştir. Jelatine göre moleküler yapısı küçük olan, kolay çözünme özelliğine sahip olan kolajen hidrolizat ve kıvam arttırma özelliğine sahip sekiz farklı bileşen jelatin ile birleştirilerek kullanılmıştır. Bu bileşenler ile zenginleştirilmiş olan jelatinin durultma prosesindeki verimi arttırılmış, dünya standartlarında, tüketicinin arzu ettiği elma suyu üretimi ek bir durultma işlemine gerek duyulmaksızın elde edilmiştir. Gıda sektöründe fonksiyonel özellik kazandırılmış, durultma işleminin verimini arttıran böyle bir ürün bulunmamaktadır. Ayrıca literatür incelendiğinde; jelatine fonksiyonel özellik kazandırılarak durultma işleminde verim arttırımının amaçlandığı bir çalışma yapılmadığı tespit edilmiştir.

Fonksiyonel özellik kazandırılan jelatin geliştirilerek, sadece elma suyu için değil alkollü ve alkolsüz tüm içecek sektörünün durultma proses aşamasında güvenle kullanılan bir ürün haline gelecektir. Bununla birlikte; çalışma sırasında çeşitli kıvam arttırıcıların jelatinin viskozitesini önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir. Fonksiyonel özellik kazandırılmış jelatinin, pastacılık, şekerleme, reçel, marmelat gibi gıda ürünlerinin üretiminde sağlayacağı fayda düşünülürse çok önemli sonuçların elde edildiği düşünülmektedir. Bu sayede, jelatinin içecek sektöründen farklı alanlarda da proses gereksinimlerine uygun olacak şekilde geniş bir kullanım alanı bulacağı ön görülmektedir.

2.1 Peptit Sentezi

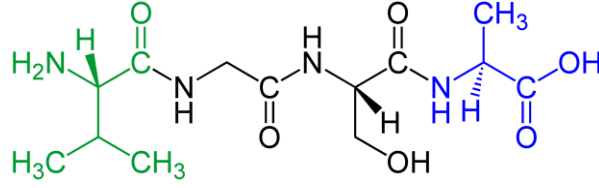
2.1.1 Peptit Tanımı ve Adlandırılması

Bir aminoasitin α -amino grubu ile diğer amino asitin α -karboksil grubu arasında bir su molekülü ayrılması (dehidratasyon) ile gerçekleşen bağa peptit bağı, oluşan yapıya dipeptid denir. Bir çok aminoasitin peptit bağı ile bağlanması sonucu sırasıyla di, tri, tetra, penta vb. peptitler oluşur. Peptit yapıları içeriğinde bulunan aminoasitin sayısına uygun olarak da adlandırılmaktadır. 10' dan az aminoasit içeren bir peptit yapısı oligopeptit, 10'dan fazla aminoasit içeren peptitler polipeptit olarak adlandırılmaktadır. Proteinler çok sayıda aminoasit içermektedir bununla birlikte "protein" ve "polipeptit" terimleri birbirlerinin yerine kullanılmakla birlikte, polipeptitlerin molekül ağırlığı 10,000' in altında olan yapılardır [57].



Şekil 2.1 Kondenzasyonla peptit bağı oluşumu [58]

Bir peptiti oluşturan aminoasitler, amino grubundan bir hidrojen ve karboksil grubundan bir hidroksoili kaybettikleri için genellikle kalıntı olarak adlandırılırlar. Bir peptitte serbest α -amino grubunu içeren aminoasit kalıntısı amino-terminal (*N*-terminal) kalıntı, serbest karboksil grubu içeren kalıntı karboksil-terminal (*C*-terminal) kalıntı olarak bilinir [59].



Şekil 2.2 Pentapeptit şematik gösterimi [60]

2.1.2 Peptitlerin Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

Her bir peptidin bir ucunda serbest halde tek bir α -amino grubu ve diğer ucunda serbest halde tek bir α -karboksil grubu bulunur. Bu gruplar iyonize olabilirler ancak α - karbondan gelen zıt yüklü uç olmadığı için farklı iyonizasyon sabitlerine sahiptirler. Diğer uçlarda bulunan α -amino ve α -karboksil grupları peptit bağı ile bağlı oldukları iyonize olamazlar ve peptidin asit-baz davranışını etkileyemezler. Serbest halde bulunan α -amino ve α -karboksil gruplarının yanı sıra bazı aminoasitlerde bulunan R grubu da iyonize olabilir ve peptidin asitlik-bazlık özelliğini etkileyebilir. Ancak R grubunun sahip olduğu pKa değeri bir peptit oluşumuna katılması halinde değişebilmektedir. α -amino ve α -karboksil gruplarının yük kaybetmesi, diğer R grupları ile etkileşmesi ve çevresel etkiler neden olmaktadır. Amino asitlerin bazı özellikleri Çizelge 2.1’ de özetlenmiştir ancak bu özellikler peptit yapısına katıldığında değişebilmektedir [59].

Tablo 2.1 Standart amino asitlerin özellikleri ve sınıflandırılması [59]

Amino Asit	Kısaltılmış Adlar	Mr	pKa Değerleri			pI	Hidropati İndeksi	Proteinlerdeki Miktar (%)
			pK1 (-COOH)	pK2 (-NH3+)	pKR R grubu			
Nonpolar Alifalik R Grupları								
Glisin	Gly G	75	2,34	9,60		5,97	-0,40	7,20
Alanin	Ala A	89	2,34	9,69		6,01	1,80	7,80
Valin	Val V	117	2,32	9,62		5,97	4,20	6,60
Lösin	Leu L	131	2,36	9,60		5,98	3,80	9,10
İzolösin	Ile I	131	2,36	9,68		6,02	4,50	5,30
Metiyonin	Met M	149	2,38	9,21		5,74	1,90	2,30
Aromatik R Grupları								
Fenilalanin	Phe F	165	1,83	9,13		5,48	2,80	3,90
Tirozin	Tyr Y	181	2,20	9,11	10,07	5,66	-1,30	3,20
Triptofan	Trp W	204	2,38	9,39		5,89	-0,90	1,40

Tablo 2.1 Standart amino asitlerin özellikleri ve sınıflandırılması [59] (devamı)

Polar, Yüksüz R Grupları								
Serin	Ser S	105	2,21	9,15		5,68	-0,80	6,80
Prolin	Pro P	115	1,99	10,96		6,48	1,60	5,20
Treonin	Thr T	119	2,11	9,62		5,87	-0,70	5,90
Sistein	Cys C	121	1,96	10,28	8,18	5,07	2,50	1,90
Asparajin	Asn N	132	2,02	8,80		5,41	-3,50	4,30
Glutamin	Gln Q	146	2,17	9,13		5,65	-3,50	4,20
Pozitif Yüklü R Grupları								
Lizin	Lys K	146	2,18	8,95	10,53	9,74	-3,90	5,90
Histidin	His H	155	1,82	9,17	6,00	7,59	-3,20	2,30
Arjinin	Arg R	174	2,17	9,04	12,48	10,76	-4,50	5,10
Negatif Yüklü R Grupları								
Aspartat	Asp D	133	1,88	9,60	3,65	2,77	-3,50	5,30
Glutamat	Glu E	147	2,19	9,67	3,25	3,22	-3,50	6,30

Peptitler kendilerini oluşturan aminoasitlere benzer şekilde titrasyon eğrilerine sahiplerdir. Peptitler, elektriksel alanda hareket edemedikleri karakteristik bir isoelektrik (pI) değerine sahiplerdir [59].

2.1.3 Peptid Sentezinin Mekanizması

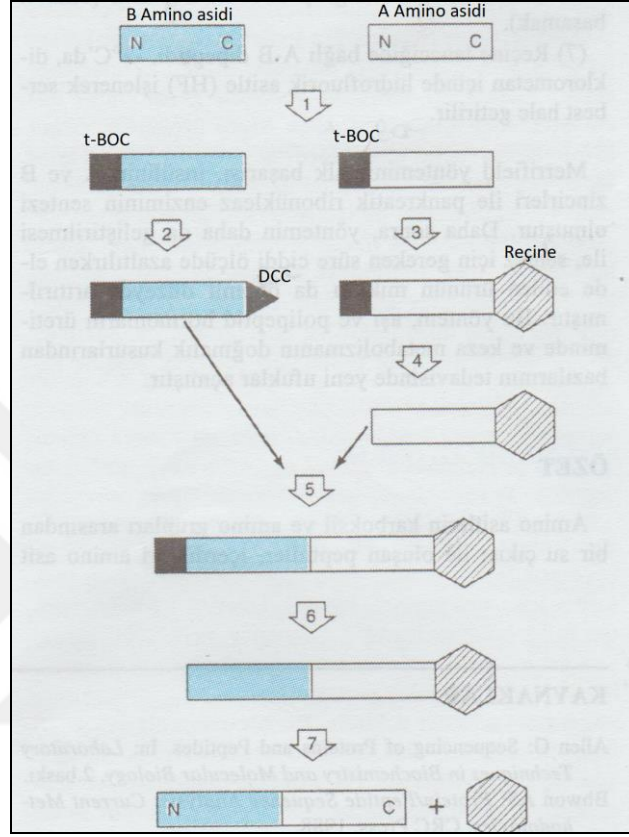
2.1.3.1 Katı-Fazlı Peptid Sentezi

Peptid sentezi Alman kimyacı Emil Fisher tarafından 1800' lerin sonlarında gerçekleştirilmiştir. Temel olarak; karboksil gruplarının etkinleştirilmesi ve istenmeyen yan tepkimelerin önlenmesi için, bloke edilmiş grupların eklenme ve çıkarılmasına olanak sağlamıştır. Katı-fazlı peptid sentezi Nobel ödüllü araştırmacı Bruce Merrifield tarafından bulunmuştur. Bu yöntem ile uzun yapay peptidlerin kısa bir sürede sentezlenmesine olanak sağlamaktadır [12].

Katı-Fazlı Peptid sentezinin avantajları;

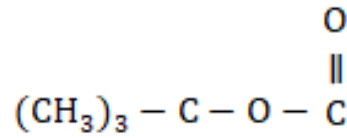
- Ürünler yüksek saflıkta elde edilebilirler.
- Taşıyıcı Polimerler başka bir sentez için tekrar kullanılabilir.
- Çok basamaklı sentezler daha hızlı bir şekilde gerçekleştirilir.
- Katı fazda elde edilen üründen reaktanların ayrılması oldukça kolaydır [14].

Katı-faz peptid sentezi Şekil 2.3 özetlenmektedir. Burada A-B dipeptidinin (A amino, B karboksil ucu aminoasit kalıtı) sentezi simgesel olarak gösterilmiş olup, izlenen basamaklar;



Şekil 2.3 Merrifield katı-faz peptid sentezi [12]

A amino asiti ile B amino asitinin amino uçları, t-bütüloksikarbonil (t-BOC) grubu ile bloke edilir. Böylece; t-BOC-A ve t-BOC-B oluşur.



Şekil 2.4 t-BOC-A ve t-BOC-B

T-BOC-B' nin karboksil grubu DCC (disikloheksil karbodiimid) ile etkinleştirilir.



Şekil 2.5 t-BOC-B' nin karboksil grubunun DCC ile etkinleşmesi

Eğer yüklü bir reçine kullanılmıyorsa, A amino asidinin karboksil grubu etkinleştirilmiş, polistiren reçine ile tepkimeye sokulur.

TFA, F₃C-COOH (trifluoroasetik asit) kullanılarak t-BOC-A' daki bloke edici grup koparılır. Eğer yüklü bir reçine ile çalışılıyor ise 3. ve 4. basamaklar uygulanmayabilir.

A amino asidinin serbest amino grubu ile t-BOC-B' nin etkinleştirilmiş karboksil grubu kondansasyona uğratılır.

TFA kullanılarak t-BOC bloke edici grup uzaklaştırılır.

Elde edilen A-B dipeptidine bağlı reçine -20° C' de diklorometan içinde HF (hidrofluorik asit) uzaklaştırılır [12]

Merrifield peptid sentezindenin en önemli dezavantajı; kondenzasyonun kantitatif yürümemesi halinde safsızlığı fazla, birbirine çok benzeyen kısa peptidler oluşabilir. Bu durumda, peptid reçineden izole edilerek hatalı sentez ürünleri saflaştırma yöntemiyle uzaklaştırılmalıdır [61].

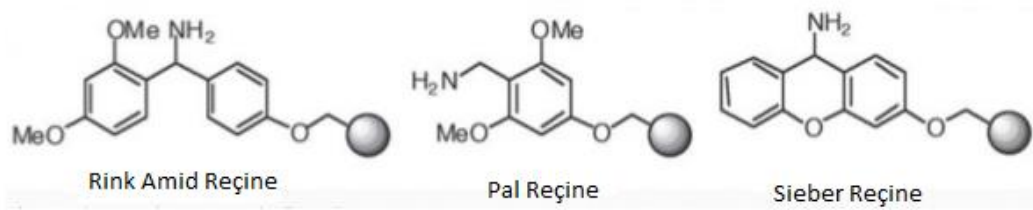
2.1.3.2 Katı-Fazlı Peptid Sentezinde Kullanılan Reçineler ve Aktivatörler

Katı-fazlı peptid sentezinde, üzerinde ilk amino asidin bağlanabileceği aktif gruplar taşıyan küresel polimer yapıdaki katı faza reçine denilmektedir. Küre genel olarak 75-150 µm çapındadır. Sentezlenmesi planlanan peptidin veriminin hesaplanması ve bu sentez için gereken kimyasalların miktarlarının belirlenmesinde reçine üzerindeki aktif grupların sayısı belirleyici özellik göstermektedir [62].

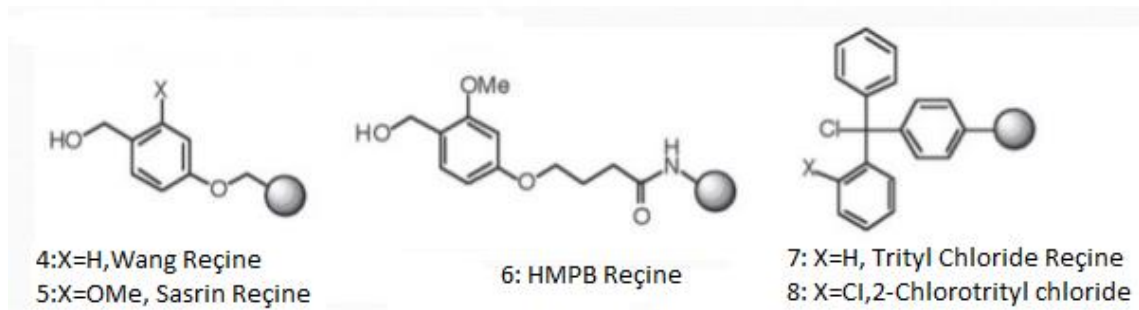
Katı-faz peptid sentezinde kullanılan reçineler ticari olarak temin edilebilmektedir. Peptid sentezinde çok kullanılan bir reçine PS reçineleridir. PS ve DVB' den süspansiyon polimerleşmesi ile elde edilen moleküller de yaygın olarak kullanılır. Bu moleküller a-polar çözücülerin (örn; tolüen) kullanıldığı reaksiyonlarda tercih edilirler. Ayrıca bazı polar çözücülerin (örn; THF) kullanıldığı reaksiyonlarda da kullanılabilir [14]. En çok kullanılan bir diğer ticari reçine Poli (Etilenglikol)-poli (Stiren)(PEG-PS) reçineleridir. 1980'lerin ortalarında birbirinden bağımsız araştırmalarda, Zalipsky, Alberico, Barany poli-Etilenglikol-Poli-Stiren (PEG-PS) ve

Bayer, Rapp (Tentagel) tarafından geliştirildi [63], [64], [65], [66]. PEG-PS reçinesi, hidrofobik PS polimeri ile hidrofilik PEG aynı taşıyıcı polimer üzerinde olması ile elde edilir. Aynı zamanda hem polar hem apolar çözücülerde kullanılabilir [67]. Meldal tarafından geliştirilen hidrofilik PEG esaslı reçine türlerinden en çok kullanılanı PEGA reçinesidir [68]. Bu reçine kusursuz kürecik yapısındadır ve tüm sulu çözeltilerde kullanılabilir. Ancak bu reçine karbon ve karbonyum iyonları ile etkileşime girebilir [14].

Genel olarak reçineler amid türü peptid sentezinde (Şekil 2.6) veya asit türü (Şekil 2.7) peptid sentezinde kullanılanlar olarak gruplandırılmaktadır.



Şekil 2.6 Amid türü peptid sentezinde kullanılan reçineler [69]

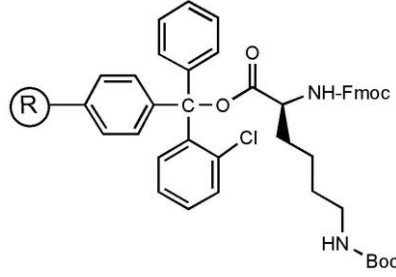


Şekil 2.7 Asit türü peptid sentezinde kullanılan reçineler [69]

Katı-faz peptid sentezinde kırma işleminden (cleavage) sonra asit türü sentezde C-ucunda -COOH grubu bulunurken, amid türü sentezde C-ucunda -NH₂ grubu bulunur.

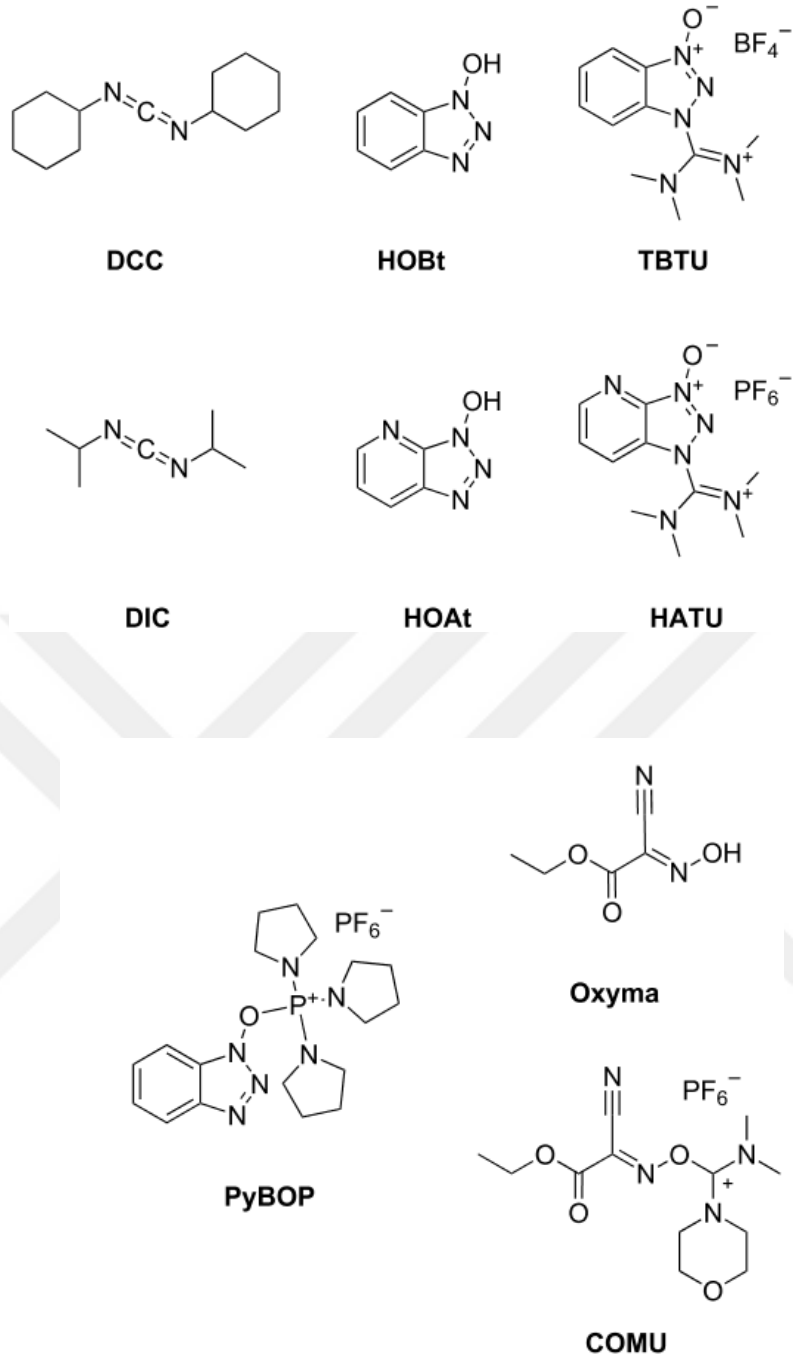
Reçinelerin üzerine ilk amino asidin bağlanmasına yüklenme (pre-loaded) denilmektedir. Ticari olarak satılan reçineler bir amino asitle yüklenmiş olarak temin edilebilmektedir. Yüklenmiş amino asit kullanılmasının en önemli avantajı;

ilk amino asidin reçine üzerine eklenmesi için gerekli olan uzun prosedürlerin yapılmasına gerek olmamasıdır [62].

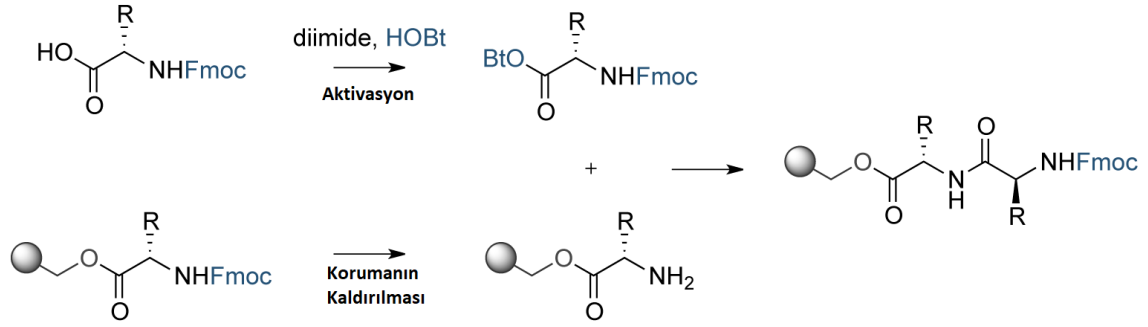


Şekil 2.8 Fmoc korumalı lisin amino asidi yüklenmiş 2-Cl-Trt reçinesi [70]

Peptid sentezinin önemli bileşenlerinden biri de peptid zincirinin uzamasını sağlayan aktivatörlerdir [64], [71]. peptid bağının oluşması için serbest karboksil ucunun aktive edilip daha elektrostatik bir hale getirilmesi gerekir. Bunun için yıllarca karbodiimid bazlı aktivatörler (DCC (N,N'-dicyclohexylcarbodiimide -ve DIC N,N'-diisopropylcarbodiimide) kullanıldı [72], [73], [74]. Bu etkili aktivatörün rasemize duyarlılığı, HOBT (1-hidroksibenzotriazol) gibi rasemizasyon baskılayıcıların geliştirilmesine yol açtı. HOBT, rasemizasyon eğilimi gösteren ve aktive olan türleri oluşturan bir ara madde olan O-acylisourea' ı tuzaklar. Günümüzde, geleneksel karbodiimidlerden (DCC, DIC), klasik yardımcı nükleofillere (HOBT, HOAt (1-hidroksi-7-azabenzotriazol), fosfonyum tuzlarından (PyBOP (benzotriazol-1-yloksitri (pirolidino) fosfonyum heksafluorofosfat), uranyum reaktiflerine (HATU (N-[(dimethylamino)-1H-1,2,3-triazolo-[4,5-b]pyridin-1-ylmethylene]-N-methylmethanaminium hexafluorophosphate N-oxide), TBTU (N-[(1H-benzotriazol-1-yl)(dimethylamino)methylene]-N-methylmethanaminium tetrafluoroborate N-oxid' e kadar geniş bir yelpazede reaktifler ticari olarak temin edilebilmektedir [68], [75], [76] (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 Katı fazlı peptid sentezinde kullanılan aktivatörler [71]

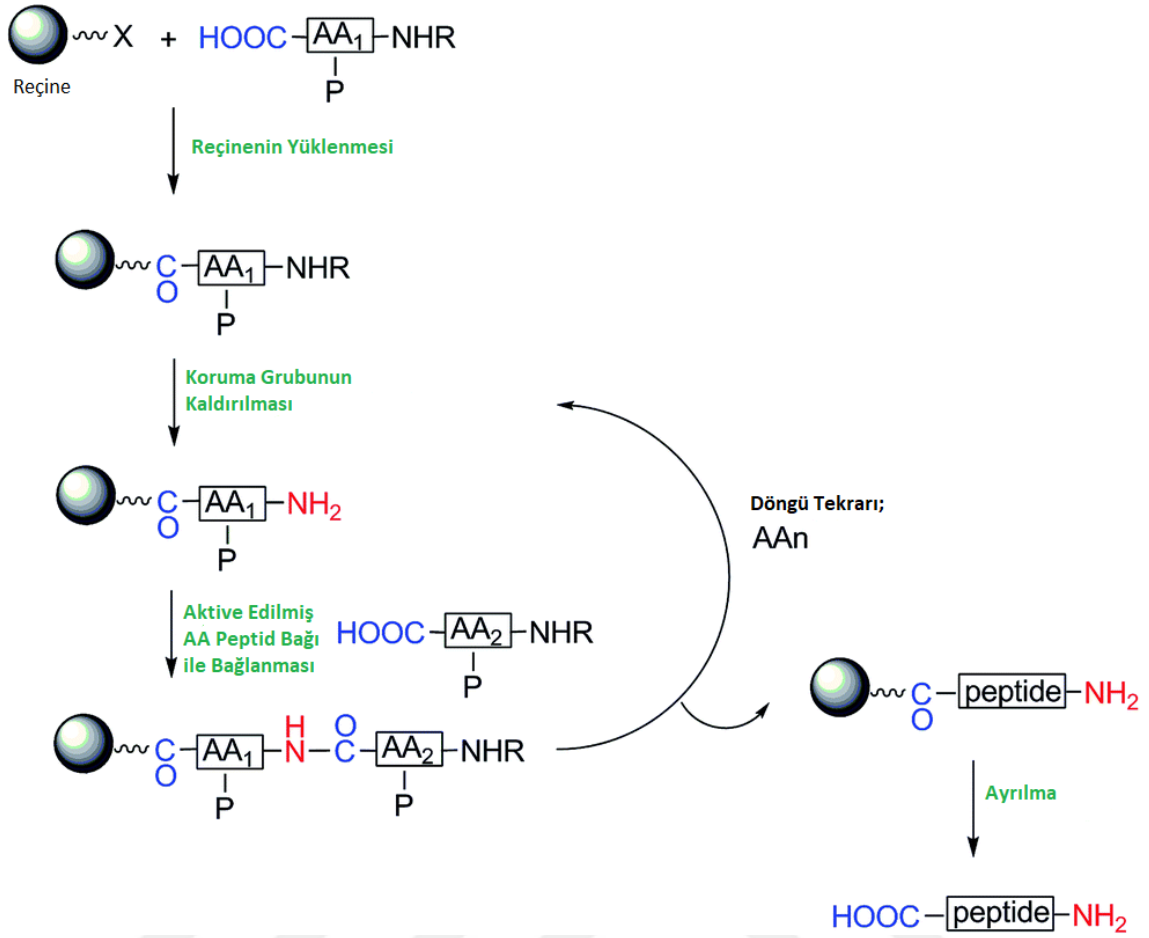


Şekil 2.10 Katı-fazlı peptid sentezinde aktivasyon ve koruma kaldırılarak bağlanma aşamaları [77]

Şekil 2.10' da görüldüğü gibi karboksilik asit, birleştirme reaksiyonunun ilerlemesi için etkinleştirilmelidir. Karboksilik asit önce bir karbodiimid ile reaksiyona sokularak bir *O*-asilisoüre haline dönüştürülür. Diisipropilüre oluşması, reaksiyonu tamamlamaya yönlendirir. Reaksiyona girmeyen *N*-asilüreye yeniden düzenlenmeye duyarlı *O*-asilisoüre, 1-hidroksibenzotriazol ile reaksiyona girerek kendiliğinden reaktif bir 1-hidroksibenzotriazol esterine dönüştürülür [77].

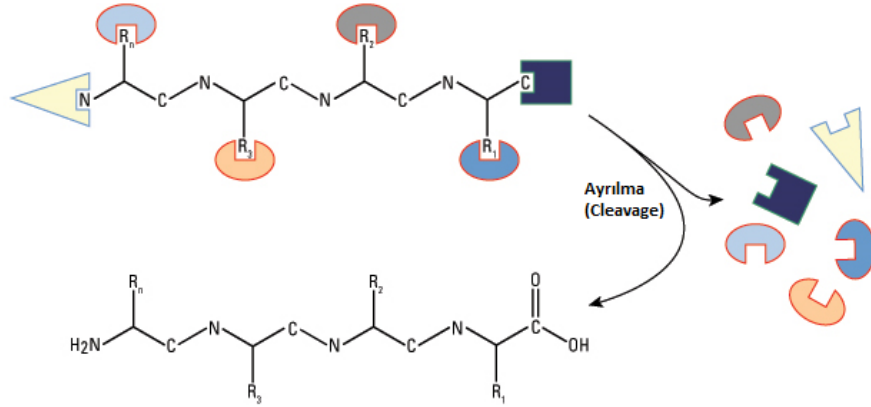
2.1.3.3 Katı-Fazlı Peptid Sentezi Proses Aşamaları

Temel olarak özetlendiğinde, katı hal peptid sentezi üç aşamadan meydana gelir. Koruma grubunun kaldırılması (Deprotection), karboksil grubunun aktive edilmesi (Activation), peptid bağının oluşması (Coupling). Basamaklar istenen peptid dizini oluşturulana kadar devam ettirilir. Son olarak eklenen amino asidin koruma ucu kaldırılır (final deprotection) N – ucu serbest bırakılır . (Şekil 2.11).



Şekil 2.11 Katı-faz peptid sentezinin şematik gösterimi [78]

Korumanın kaldırılması ve bağlanma aşamalarının başarılı bir şekilde tamamlanmasının ardından tüm koruma grupları yeni oluşan peptidten çıkarılmalıdır (Şekil 2.12). Düzgün bir şekilde uygulandığında, bölünme, eklenen son amino asidin N-terminal koruma grubunun, C-terminal koruma grubunun (kimyasal veya reçine) ilk amino asitten ve herhangi bir yan zincir koruma grubundan çıkarılmasına neden olur. Bu gruplar asidoliz ile bölünür ve bölünme için kullanılan kimyasal madde kullanılan koruma şemasına bağlıdır; Boc ve Bzl gruplarını parçalamak için hidrojen florür (HF), hidrojen bromür (HBr) veya triflorometan sülfonik asit (TFMSA) gibi güçlü asitler kullanılırken Fmoc ve tBut gruplarını parçalamak için TFA gibi nispeten daha hafif bir asit kullanılır. Reaksiyon için kullanılan konsantre TFA (%95 TFA)'dır. Reaksiyon esnasında oldukça reaktif karboksilasyonlar üretilir ve hassas amino asitlerle (örn: Cys, Met, Ser, Thr, Tyr) istenmeyen reaksiyonlardan kaçınmak için gereklidir [77], [79].



Şekil 2.12 Reçinenin peptidden ayrılma (cleavage) aşaması [79]

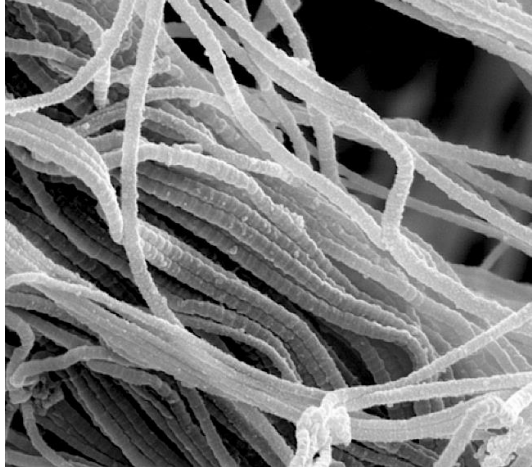
2.1.4 Peptid Sentezi Elde Edilen Ürünlerin Kullanılan Alanları

Merrifield yöntemi kullanılarak yapılan insülin A ve B zincirleri ile pankreatik ribonükleaz enziminin sentezi yöntemin ilk ve en önemli başarılarındanındır. Yıllar geçtikçe geliştirilen yöntem sayesinde daha fazla ürün daha kısa zamanda elde edilebilmektedir. Özellikle tıp alanında polipeptid hormonların üretilmesi ile bazı metabolik kusurların tedavisinde kullanılan peptidler aynı zamanda aşı üretimi ile koruyucu önlemlerde de kendine yer bulmaktadır [12].

2.2 Kolajen

2.2.1 Kolajenin yapısı ve kompozisyonu

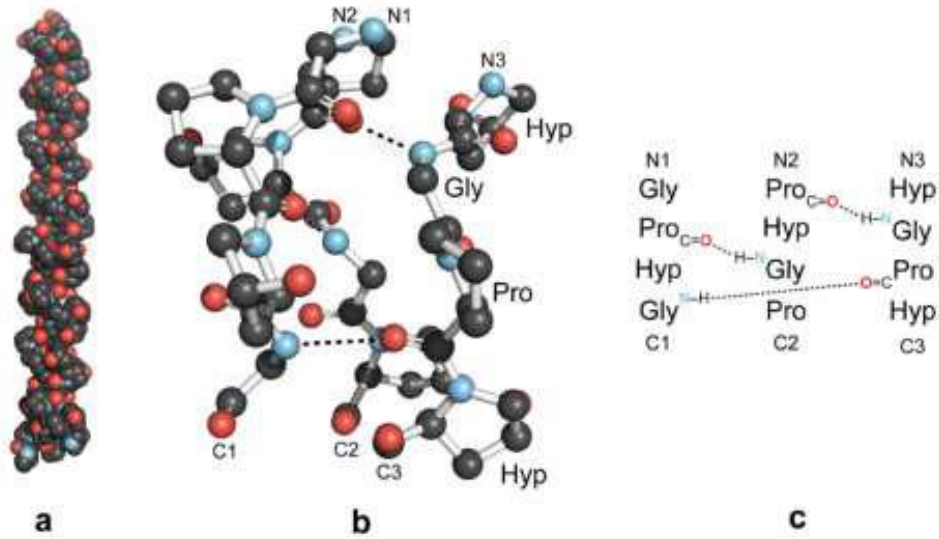
Kolajen memelilerin bağ dokusunda bulunan, vücutta kemik, kıkırdak, lif ve eklemlerin yapıtaşını oluşturan bir proteindir. İnsan vücudundaki kolajenin %80' den fazlası Tip I, Tip II ve Tip III yapısındadır. Bu kolajen türleri, ekstrakte edilen organ ve dokularda çeşitli roller oynamaktadır. Tip I kolajen çoğunlukla ciltte, kemiklerde ve tendonlarda bulunur. Tip II kolajen, kıkırdak ve intervertebral disklerde yer almaktadır. Tip III kolajen fetal dermis ve epidermide bulunur. Bununla birlikte, damarlar, uterus, sinoviyum, kas etrafında bağ dokusu küçük miktarlarda Tip I kolajenin bulunduğu alanlardır [80], [81].



Şekil 2.13 Kolajen fibrinlerin SEM görüntüsü [82]

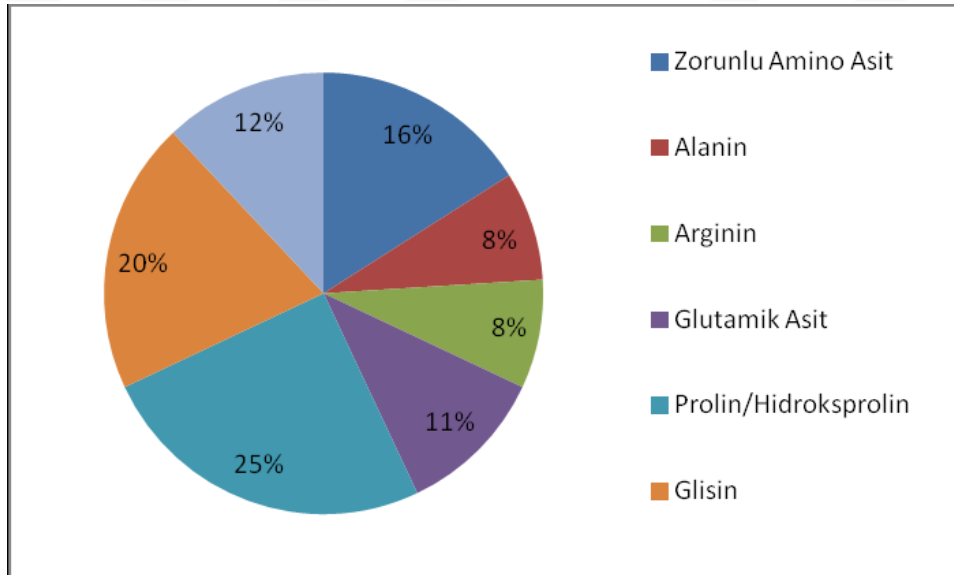
Kolajen, tekrarlayan bir kolajen monomerler topluluğundan oluşan bir biyopolimerdir. Kolajen, hücre içerisinde üretilen prokolajenlerden meydana gelen tropokolajenlerden oluşmaktadır [81]. Kolajen, tekrar eden glisin-X-Y aminoasit dizisine sahip üç polipeptitten oluşmaktadır. Üç polipeptit aynı yada farklı olmakla birlikte sağ-el üçlü α -heliks sarmalı oluşturur [83], [84]. Bu karakteristik, tip II, III, VII, VIII ve X kolajeninde mevcut olan üç özdeş zincirin oluşumuyla sonuçlanabilir veya Tip I, IV, V, VI, VI, IX ve XI mevcut olan iki veya daha fazla farklı zincirin oluşumuyla sonuçlanabilir.

Kolajen molekülündeki üç α -zinciri, dönüş başına 18 amino asitlik uzatılmış sol elle heliks oluşmasına yol açar. Üç zincir orta ekseninde birbirine göre bir kalıntı ile süper sarılır ve sonuçta üçlü heliks yapı oluşur [85].



Şekil 2.14 Kolajen üçlü sarmalına genel bakış. (a) kolajen üçlü helezon. (b) moleküler gösterimi (c) hidrojen bağlanması [86]

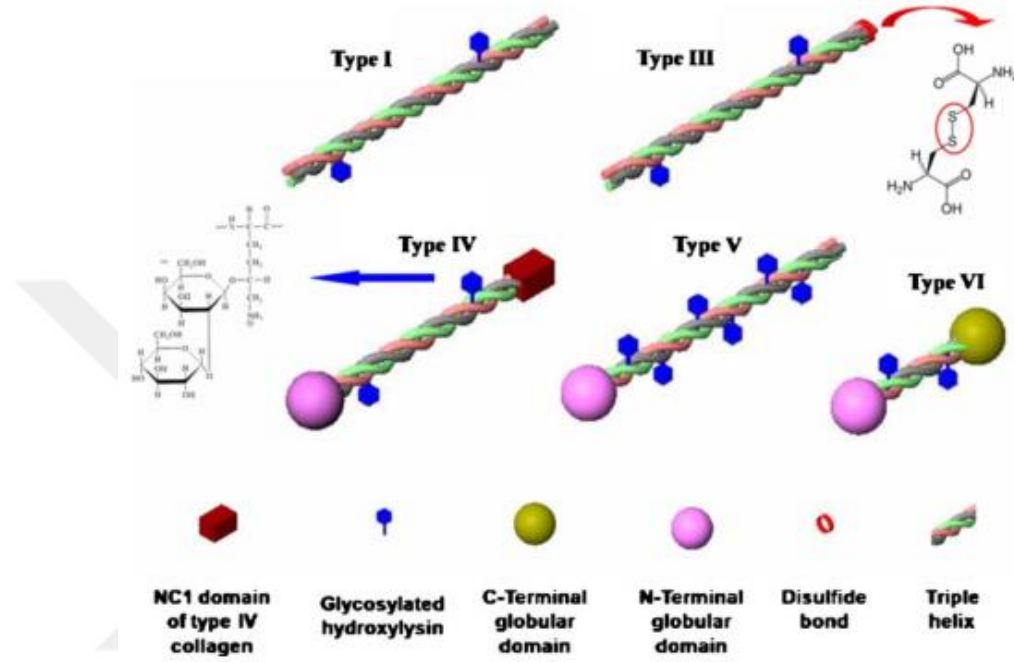
Kolajenin yapısında 9' u temel olmak üzere 20 farklı aminoasit bulunmaktadır. Bunlardan glisin, prolin, ve hidroksiprolin kolajenin yapısında yüksek oranda bulunmaktadır. Kolajenin aminoasit yapısı Şekil 2.15 'de gösterilmektedir [87].



Şekil 2.15 Kolajenin aminoasit dağılımı [87]

Tip I, II ve III, V ve XI sürekli üçlü sarmal yapıdan oluşur. Tip III ve IV kolajenler oksitlenebilir sistein kalıntıları içerirler ve hidroksiprolin ve hidroksilisinden zengin bulunurken, hem hidroksiprolin hem de hidroksilisinden zengin Tip V

kolajen, sistein içermez. Tip IV kolajendeki üçlü sarmal konformasyon hem büyük hem de kısa sarmal olmayan peptitlerle kesilir. Yapısal olarak, Tip VI kolajen mikrofibriler iken Tip VII kolajen bir sabitleme fibril kolajenidir (Şekil 2.16) [80].



Şekil 2.16 En yaygın kolajen tipleri arasındaki yapısal farklılıklar [88]

Kolajen, elde edildiği kaynağa bağlı olarak farklı özelliklere sahiptir. Bu özellikler, iki ana gruba ayrılabilir: yüzey davranışı ve film oluşturma kapasitesine ilişkin özellikler ve yoğunlaşması ve suyu bağlama kapasitesi gibi jel oluşturma davranışı ile ilgili özelliklerdir [89]. Genel olarak kolajen hayvaların deri ve kemiklerinden elde edilir. Ticari olarak, kolajen domuz ve sığırdan elde edilmektedir. Ancak bu konuda bazı sosyo-kültürel gelenekler üretimin yapılacağı kaynağı etkilemektedir. Bununla birlikte, yumurta kabuğundan kolajen üretilmesiyle ilgili çalışmalar sürmektedir [90].

2.2.2 Kolajen Kullanımının Önemi

Kolajen dokuların yapışmasını oluşturmalarının yanı sıra, hücre adezyonu, hücreler arası iletişim, büyüme, morfogenez ve yaraların iyileşmesinde de aktif rol almaktadır [91]. Hücrelerin doku içerisine tutunmasını sağlamaktadır. Ayrıca deri fibroblastları, kolajen sayesinde göç ederler ve hastalık veya yaralanma gibi durumlarda kolajen

ile birlikte faaliyet gösterirler [92]. Kolajen; termal stabilite ve kemik ve kas dokuların mekanik mukavemetinde hayati öneme sahiptir. Aynı zamanda, ticari olarak, kozmetik, deri, gıda, biyomedikal ve ilaç sanayi, farklı biyomedikal doku mühendisliği dahil uygulamalarında kullanılır [89].

Kolajen biyobozunur bir moleküldür. Kolajenazlar ve fagositozlar tarafından parçalanabilmektedir. Ayrıca kolajen vücutta kolajenaz enzimi tarafından aminoasitlere ayrılmaktadır. Kolajenin parçalanması antioksidan kullanımı ile azaltılabilmektedir [93].

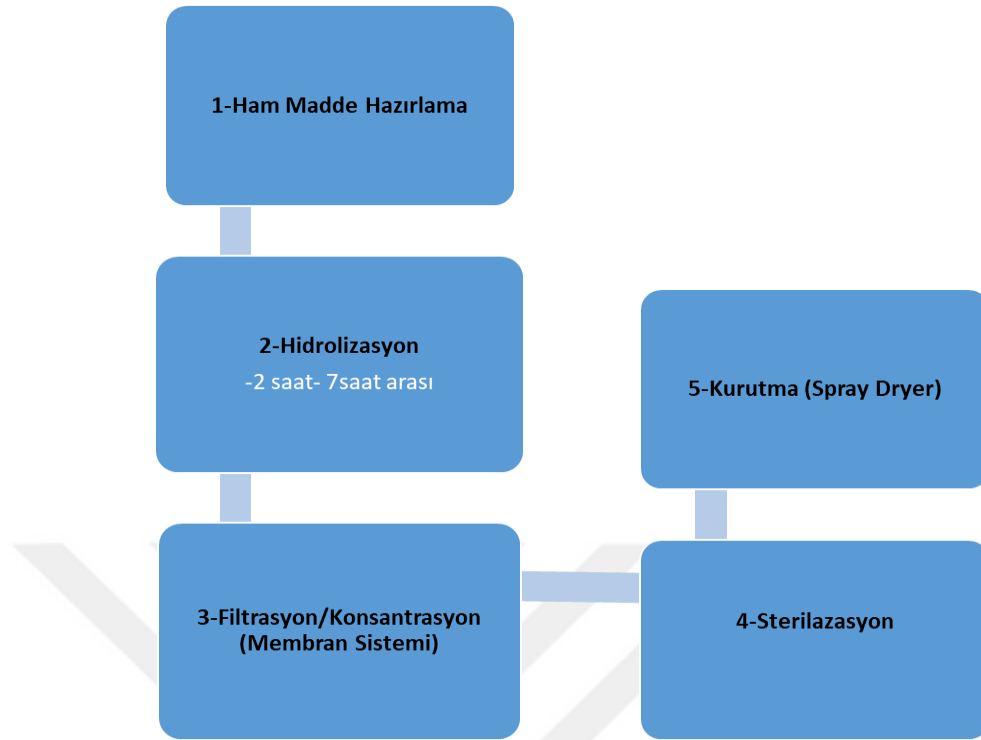
Hidrolize kolajen kullanımının insan sağlığı üzerine etkileri özetlenmektedir;

- Eklemlerde görülen iltihabı önleme ve eklem ağrılarını azaltma
- Kemik erimesini önleme
- Deride meydana gelen kırışıklıkları önleme, esneklik ve genç görünüm kazandırma
- Epidermis hücrelerinde artışı sağlama
- Saç derisini güçlendirme
- Gıdaların glisemik indeksini düşürme
- Antioksidatif etki [87]

Kolajen hidrolizatın bağ dokusu bozukluğu olan bir bireyde kıkırdak oluşumunu indüklemek kullanıldığına dair araştırmalar devam etmektedir. Bağ dokusu bozuklukları; dejeneratif eklem hastalıkları, eklem kusurları, osteoartrit, polikondrit, vasküler hastalık ve kıkırdak yaralanmaları içermektedir. Bu rahatsızlıkların tedavisi için tercihen günlük etkili miktar yaklaşık 2.000 ila 3.000 mg arasındadır [94].

2.2.3 Kolajenden Hidrolizat Üretimi

Hidrolizat, kolajenin uygun enzim, sıcaklık ve süre ile muamele edilmesinin ardından elde edilen, glisin ve prolin aminoasitlerince zengin bir yapıdaki bir kolajen türevidir [10]. Kolajenin daha küçük moleküler ağırlığı olan ve suda çözülebilen hidrolizat bu formu ile gıda, kozmetik ve ilaç sanayinde kullanılmaktadır [11].



Şekil 2.17 Hidrolizat üretim proses basamakları [94]

Önceki çalışmadan, tripsin, kimotripsin, pepsin, pankreatin, bromelain, papain, alkalaz, propaz E, Nötraz, Flavourzyme ve Protamex dahil olmak üzere hidrolizat üretimi için bir dizi ticari proteaz kullanılmıştır [95], [96], [97], [98], [99], [100]. Bununla birlikte, Kolajen hidrolizatların enzimatik uygulamaları genel olarak alkalaze, esperase, pepsin ve tripsin enzimlerinin yalnız ya da kombine kullanımlarının uygun hidroliz parametreleri uygulanmasının sonucunda, enzimatik reaksiyon aşamaları ile gerçekleştirilmektedir. Bu hidroliz parametreleri, substrat konsantrasyonu, enzim-substrat oranı, pH ve sıcaklıktır. Bu dört hidroliz parametresi, enzim reaksiyonunun ne kadar hızlı ilerlediğinin yanı sıra hidroliz işleminin diğer karakteristikleri için genel olarak belirleyici faktörlerdir (Şekil 2.17) [101].



Şekil 2.18 Hidrolizat üretimi için kullanılan evaporatör

Farklı ürün özellikleri için kolajen hidrolizatlar farklı şekillerde kurutulabilmektedir. Düşük partikül boyutunda ürünler üretmek ve suda hızlı çözünmeyi sağlamak için spray kurutucu cihazı (Şekil 2.18) kullanımı geliştirilmiştir [87], [94]. Ayrıca ultrafiltrasyon sisteminin kullanılması, arzu edilen bir moleküler boyuta sahip hidrolizat fraksiyonlarının elde edilmesinde yararlı ve endüstriyel olarak avantajlı bir yöntem olabilir [102].

2.3 Jelatin

2.3.1 Jelatinin Yapısı ve Kompozisyonu

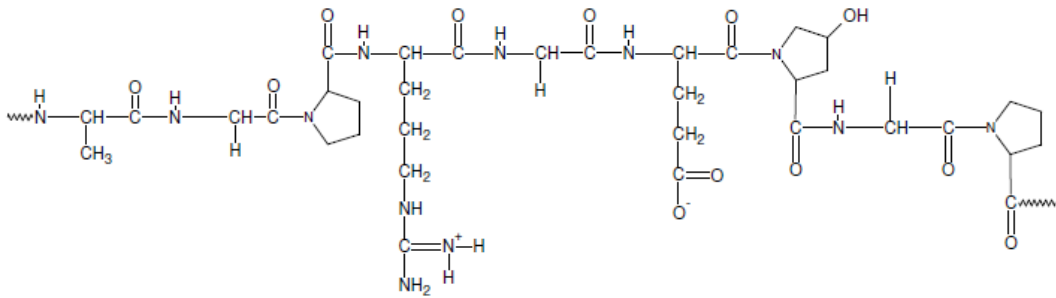
Jelatin; kolajen içeren dokuların asit ve/veya alkali ile muamele edildikten sonra kolajen fibriller yapısını geri döndürülemez şekilde kırmak için su varlığında ısıyla muamele edilmesi ile elde edilir. Jelatin kendine has kokusu olan, renksiz veya hafif sarı renkte, kullanıma uygun olarak şerit, toz yada granül halde bulunan bir matedir (Şekil 2.19) [5]. Jelatin 35-40 °C sıcaklıklardaki sulu çözeltilerde jelleşme özelliğine sahiptir. Jelatin alkol, eter, klorofom gibi çözücülerde çözünmez [4], [5], [103].



Şekil 2.19 Sığır jelatini

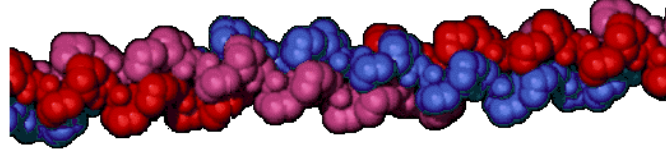
Kuru haldeki çözünmemiş jelatin, nemsiz ortamda, oda sıcaklığında, ışık geçirmez kaplarda saklanmalıdır. Sulu çözelti halindeki jelatin ise soğuk ve steril şartlarda uzun yıllar işlevini koruyabilir. Sıcaklık arttıkça (>50 °C) jelatinin jelleşme yeteneğinde azalma olabilir [103].

Yaklaşık 40 °C' lik ısı işlem, yeni oluşan kolajen moleküllerindeki hidrojen ve muhtemelen tekli α -zincirlerini serbest bırakarak elektrostatik bağları koparır ancak bu sıcaklık tamamlanmış bir kolajenin kolajen yapısındaki çapraz bağları ve kovalent bağları kırmak için yetersizdir. Öte yandan, daha yüksek sıcaklıklardaki muamelelerle, moleküller arası çapraz bağlar ve peptid bağlarını içeren bu kovalent bağlar bozulur ve bu nedenle daha küçük α -zincir fraksiyonları elde edilebilir. Bağ kırılmalarının konumu, moleküler ağırlığı ve polipeptit zincirlerinin sayısını belirler. Farklı kaynaklardan gelen kolajenlerin amino asit dizilimi ve bileşimi büyük ölçüde değiştiği için, bağ kopmaları rastgele gibi görünür ve bu rastgele bağ kopması, jelatin içindeki moleküler heterojenliğin başlıca nedenidir [1].



Şekil 2.20 Jelatin'in kimyasal yapısı [104]

Jelatinin üretildiği kolajenin molekül ağırlığı 330 kDa dolaylarıdadır. Kolajen molekülünün hidrolizi sırasında alfa zincirleri arasındaki hidrojen ve kovalent bağlar kopması ile peptit bağları parçalanır ve molekül küçük parçalara ayrılır. Ayrılan parçalar jelatini oluşturur ve molekül ağırlığı 30 kDa civarındadır. [105], [106].



Şekil 2.21 Gelatinin helix yapısı [107]

Molekül ağırlığı 30 kDa' dan az olan kolajen parçaları jelatin hidrolizatı olarak adlandırılmaktadır (Şekil 2.22). Bu yapılar jelatin gibi kendi başına jel oluşturamazlar [105], [108].



Şekil 2.22 Kolajen, jelatin, hidrolizatın şematik gösterimi [109]

Jel kuvveti, vizkozite, donma ve erime noktası gibi fonksiyonel özellikler, üretilen jelatinin moleküler ağırlığı, aminoasit kompozisyonu ve dağılımı ile doğrudan ilişkilidir. Jelatinin aminoasit yapısı, jelatinin üretildiği kaynak canlı türüne, yaşına, kolajen tipine ve üretin metoduna bağlıdır [110], [111].

2.3.2 Jelatinin Jel Oluşturma Mekanizması

Jelatinin jel oluşturmasında en önemli rolü hidrojen bağları oynar [112]. Jelatin, çapraz bağlarını geri kazanarak kısmen kolajen yapısını geri kazansa bile kolajenden jelatin eldesi geri dönüştürülemez bir işlem olarak kabul edilir. Söz konusu çapraz bağların miktarı arttıkça, erime ve jelleşme sıcaklıklarıyla birlikte

jel kuvveti ve viskozitesi de o kadar yüksek olur. α -zincirlerinin konsantrasyonu ve soğutma hızı jelleşme için en önemli faktörlerdir. Yüksek konsantrasyonlarda, molekül içi bağ oluşumu çok sayıda telle, düşük konsantrasyonlarda ise molekül içi bağlar tek bir tel içinde oluşmaktadır. Benzer şekilde, yavaş soğutma oranları daha fazla iç ve moleküller arası çapraz bağ oluşumuna izin verirken, hızlı soğutma bunun gerçekleşmesine izin vermez [113].

Bobin konformasyonu yapısındaki jelatin [114], çözündürülüp 30 °C altındaki bir sıcaklığa soğutulduğunda, jelatinin optik rotasyonunda önemli değişiklikler olur, özellikle bobin yapısı sol-el helix yapısına dönüşür. Helislerin eksenlerine dik olan hidrojen bağlarıyla dengelenmesi gerekir. Konsantrasyon oranına göre iki temel yapıda zincir oluşur; konformasyonel bir bobin; kısa sarmal diziler boyunca üç farklı zincirin (molekül içi bağlar) yerel birleşmesiyle sarmal geçiş [115], sentetik polimer kristalleşmesinin saçaklı misel modele benzer şekilde, lif büyümesine yol açan bir kristalleşme mekanizması. Liflerin çapı sıcaklık ve konsantrasyona bağlıdır [116].

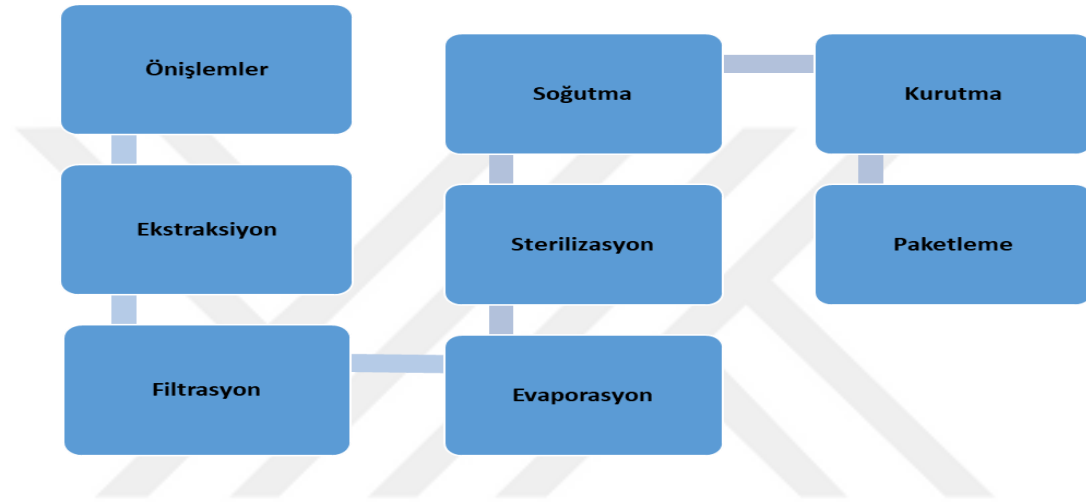
2.3.3 Jelatin Üretim Prosesi

Jelatin üretim prosesindeki aşamalar jelatinin hammaddesine göre değişmektedir. Domuz veya kemik türevlerinden jelatin üretilecek ise asit uygulaması yapılmaktadır ve üretilen ürün Tip A jelatin olarak adlandırılır. Sığırdan veya daha yaşlı bir hayvandan jelatin elde edilecek ise alkali uygulaması gerekmektedir, üretilen ürün Tip B jelatin olarak adlandırılır ve genellikle ticari olarak üretilen ürünler Tip B jelatindir [117].

Asit uygulaması; hammadde yıkanarak temizlenir ve yağlarından arındırılır. Belirlenen asit (H_2SO_4 , HCl vb.) ile pH (~1.5-3.0) çözeltisine daldırılır. Sıcaklık 50 °C' den başlamak üzere kolajenin denatüre olacağı sıcaklık değerine kadar ısıtılır. Hammade bu çözeltide, bekletme süresi hammaddenin kalınlığına ve boyutuna bağlı olarak 10 ile 72 saat arasında bekletilir . Süreç boyunca hammadde hacminin 2-3 katına ulaşır ve kolajen proteini çözünür. Bunun ardından, asit çözeltisi ortamdaki uzaklaştırılarak pH değeri önceden optimize edilen pH değerine ayarlanır [6], [17], [118].

Alkali uygulama için genellikle sodyum hidroksik (NaOH) kullanılır veya ürün bir süre kireç [kalsiyum hidroksit; $Ca(OH)_2$, pH:12] içerisinde bekletilir. Ön

işlemlerden (yıkama, farklı dokulardan; et, yağ, kan vs. arındırma) geçirilen hammadde kendi ağırlığının %10' u oranında kireç ile hazırlanan çözeltide genellikle 24 °C dolaylarında ara ara karıştırmak suretiyle bekletilir. Bekletme süresi en az 10 gün en fazla 6 ay olmakla birlikte, kalsiyum hidroksit çözeltisinin konsantrasyonuna, sıcaklığa ve hammadde özelliklerine göre değişir. Ardından hammadde çözülden çıkarılarak yıkanır, seyreltik bir asit çözeltisi ile pH değeri belirlenen değerlere indirgenir [6], [17], [118].



Şekil 2.23 Jelatin Üretimi [118]

Asit/alkali uygulaması yapılmış olan hammadde ekstraksiyon kazanlarına alınır ve üzerine sıcak su eklenir (Şekil 2.23). Ekstraksiyon işlemi birkaç aşamalıdır (5-10). Her bir aşamada su sıcaklığı artırılır. Başlangıç sıcaklığı 50-55 °C' dir ve son sıcaklık 100 °C' ye kadar yükseltilebilir. Her bir aşamadaki ekstraksiyon süresi farklıdır ve 4-8 aralığındadır. Daha uzun ekstraksiyon süresi ve daha yüksek ekstraksiyon sıcaklıkları, kolajen molekülünde aşırı hasara neden olmakta ve oluşan jelatinin jel oluşturma özelliğinde azalmalara neden olmaktadır aynı zamanda jelatin düşük viskoziteye sahiptir. Benzer şekilde aşırı konsantrasyonda asit ve/veya alkali, kolajen yapısının bozulmasına ve bu kolajenden üretilen jelatinin de kalitesinin düşmesine neden olmaktadır [6], [17], [117].

Elde edilen sıvı haldeki ekstrakt filtre edilerek çökelti, topaklar ve diğer safsızlıklardan arındırılır. Aynı zamanda bu yöntem ile molekül ağırlığına ve rengine göre de sınıflandırılır [6].

Safsızlıklarından arındırılıp soğutulan jelatin ekstraktının evaporasyon işlemi ile su içeriği azaltılarak, belirlenen viskoziteye kadar konsantre edilir. Nem miktarı kullanım amacı doğrultusunda belirlenir. Yüksek molekül ağırlığına sahip jelatinin nem oranı %20-25, düşük molekül ağırlığına sahip jelatinin nem oranı %40 civarındadır. Bazı durumlarda, bu prosese aşamasında jelatin içerisine koruyucu madde de eklenebilmektedir [17], [119].

Viskoz bir yapı kazandırılan ekstrakt tam olarak kurutulmadığı için mikrobiyolojik bozunmaya uğrayabilir. Bu sebeple sterilize edilmesi gerekmektedir. Sterilizasyon işlemi dolaylı ve doğrudan olmak üzere iki aşamalı olarak yapılır. Ürüne doğrudan buhar uygulanır ve plakalı ısı değiştiriciler ile dolaylı olarak sterilize edilir. Sterilizasyon işleminin ardından jel formadaki jelatine soğutma işlemi uygulanarak belirlenen sıcaklık değerlerine kadar soğutulur [17].

Viskoz hale getirilerek jel formdaki jelatin, ekstuderler veya fırınlarda tüketim amacına yönelik olarak yaprak, granül veya toz halinde olacak şekilde kurutulur. İlk sıcaklığı 30 °C olan kurutma işleminde kullanılan havanın proses boyunca sıcaklık değerleri jelatin şeritlerinin kuruluk derecesi baz alınarak değiştirilir [17]. Ürün tüketim amacına yönelik olarak öğütülüp paketlenir.

2.3.4 Jelatinin Önemi ve Kullanım Alanları

Jelatin tıp alanından, gıda sektörüne, fotoğrafçılıktan kozmetiğe, tarımdan boyacılığa kadar pek çok alanda kullanılan fonksiyonel bir üründür. Jelatin genel olarak; tekstürel yapıyı ayarlama, kalınlaştırma, su bağlama, emülsiyoner, stabilizasyon koruyucu koloidal özellik, yapışma ve kohezyon, film oluşumu, mikroenkapsülasyon özellikleri sebebi ile kullanılır [3], [17], [120].

2.3.4.1 Gıda Endüstrisinde Kullanımı

Jelatin gıdalarda kullanılan önemli bir katkı maddesidir. Genellikle kıvam arttırıcı veya jelleştirici ajan olarak kullanılmaktadır bununla birlikte, tekstürel yapıyı düzenleyici, stabilizatör, emülsifiye edici özellikleri sebebi ile kullanılmaktadır [7], [8]. Jelatin gıda endüstrisinde özellikle durultma aşamasındaki berraklaştırma özelliği sebebi ile alkollü ve alkolsüz içeceklerin durultmasında kullanılmaktadır [9]. Tablo 2.2' de jelatinin gıda endüstrisinde kullanıldığı alanlar ve kullanım amacı özetlenmektedir [3], [17], [106].

Tablo 2.2 Gıda endüstrisinde jelatinin kullanıldığı ürünler ve kullanım amacı [10]

ÜRÜN	KATILMA ORANI (%)	KULLANIM AMACI
Tatlı ve Şekerlemeler	1,5-3	*Esneklik
		*Çiğneme özelliğinin iyileştirilmesi
		*Raf ömrünün uzatılması
Köpüklü Sütü Tatlılar	0,3-3,0	*Köpük oluşumu
		*Tekstür
		*Stabilizasyon
Süt Ürünleri	0,2-1,0	*Esneklik
		*Kıvam arttırma
		*Tekstürel yapının iyileştirilmesi
Fırın ve Pastacılık Ürünleri	1,0-3,0	*Dolgu malzemesinin yapısının korunması
		*Emülsifiye
		*Dondurma işleminde zararlardan koruma
Et-Balık-Sosis	0,5-2,0	*Yenilebilir koruyucu kaplama
		*Görünüşü iyileştirme
		*Raf ömrünün uzatılması
Alkollü-Alkolsüz içecekler		*Berraklaştırma
		*Homojenizasyon ve saydamlaştırma
Sakız ve Şekerleme	6,0-10,0	*Jel oluşumu
		*Tekstür
		*Elastikiyet
		*Saydamlık
		*Berraklık
Lokumlar	1,0-3,0	*Köpük oluşumu
		*Köpük stabilizasyonu
		*Jel oluşumu
Karameller	0,5-2,5	*Emülfikasyon
		*Stabilizasyon
		*Çiğnenebilirlik
Et Suyu ve Konserve Etler	0,5-2,0	*Bağlama ajanı
		*Tekstür
		*Dilimlenebilirlik
Pastiller	1,0-2,0	*Bağlama ajanı
		*Tekstür
		*Erime özelliği
		*Dağılma Özelliği

Son yıllarda yapılan çalışmalarda jelatinin yenilebilir bir ambalaj materyeli olarak kullanımı araştırılmaktadır. Ayrıca bu özelliği antimikrobiyel katkıların eklenmesi ile desteklenebileceği yönünde gelişmeler mevcuttur [121], [122].

Jelatin sahip olduğu insan vücut sıcaklığının altındaki düşük sıcaklıklarda kolayca erimesi ve jeleşme ile erime sıcaklığı arasındaki farkın küçük olması sebebi ile diğer kıvam arttırıcılara göre daha fazla tercih edilmektedir (Tablo 2.3) [1], [123], [124]. Ayrıca tatsız ve kokusuz olması, birkaç fonksiyonel özelliği birden sağlaması da jelatinin tercih edilmesinin sebeplerindendir [1], [125].

Tablo 2.3 Jelatin ve diğer kıvam arttırıcıların karşılaştırılması [106]

Jelatin	Diğer Kıvam Arttıcılar
Çok fonksiyonludur	Her bir fonksiyon için ayrı bir kıvam arttıcıya ihtiyaç duyulur
Resmi olarak gıda katkı maddesi olarak değerlendirilmez, kullanımı serbest ve güvenlidir	Genellikle E numarasına sahiptir, gıda katkı madde olarak değerlendirilir
Vücut sıcaklığında eriyebilir Geri dönüşlü bir jel oluşturur	Daha yüksek erime sıcaklığına sahiplerdir. Geri dönüşlü jel oluştursa bile erime-jeleşme sıcaklık farkı fazladır
Kolajenin hidroliz derecesine göre farklı jel gücünde ve şekillerde üretilir	Farklı jel gücü sağlamak için şeker ve tuz gibi bir bileşene ihtiyaç duyulur
Tam ve kolay olarak sindirilir	Sindirim sırasında bazı minerallerin emilimini düşürebilir
Gıdaların sahip olduğu pH değerinde fonksiyonel özellik gösterebilir	Jeleşme için tuz, şeker ve çeşitli asitlerin eklenmesi gerekebilir

2.3.4.2 Tıp ve Eczacılık Alanında Kullanımı

Jelatin; toksik olmaması, biyogüvenilir olması, bakterilerle ayrışabilmesi ve ucuz olması sebeplerinden dolayı ilaç sanayinde de yaygın olarak kullanılmaktadır [126]. İlaç formülasyonlarının parlak görünüşünü sağlama, boya rengini ayarlama, nötr tada sahip olması ile tada etki etmemesi ve işlem uygunluğu gibi özellikleri sebebi ile tercih edilmektedir [5]. Ayrıca ilaçlarda kontrollü serbestleşme; mikrokapsül, mikroküre, table vs. kullanılmaktadır. Bununla birlikte, son yıllarda jelatinin bukkal filmlerde, küresel partikülerde ve parenteral mikrokürelerde kullanımı araştırılmaktadır [126].

2.3.4.3 Sağlık ve Kozmetik Alanında Kullanımı

Hidrolizat ve jelatin kullanımı kozmetik alanında gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Jelatin hidrolizatları özellikle yaşlanmayı geciktirici ajan olarak talep görmektedir. Ayrıca su bağlama kapasitesini artırma, trans-epidermal su kaybını azaltmak amacıyla cilt bakım ürünlerine eklenmektedir [10]. Ayrıca saç ve tıknakları

güçlendirme ve yapılarını onarma amacıyla da kozmetik alanında kullanılmaktadır [127].

Jelatinin iskelet ve omurilik sisteme olan olumlu etkileri üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Osteoporozu engelleme, bağ dokuyu güçlendirme, kırıldak ve kemik üzerinde yenileyici etki gibi özellikleri sebebi ile önleyici tıp faaliyetleri çerçevesinde kullanılmaktadır [118].

Jelatin kolesterol, karbonhidrat ve yağ içermeyen saf bir protein kaynağıdır. Bu fonksiyonel özelliği ile birlikte kasları geliştirme, yeni kas hücresi üretimini teşvik etme gibi özellikleri sebebi ile fonksiyonel ürün geliştirilmesinde, örneğin sporcu takviye ürünleri vs. kullanılabilir. Ayrıca diyet ürünlerinde iştah kesici olarak da kullanılmaktadır. Tip II diyabet hastaları için üretilen alternatif ürünlerde de jelatin hidrolizatlardan yararlanılmaktadır [127].

2.3.4.4 Fotoğrafçılık Alanında Kullanımı

Jelatinin fotoğrafçılık alanında kullanımı yüzyılla yakın bir süre önce başlamıştır. Film tabakalarına destek sağlaması amacıyla kullanılan gümüş tuzu karışımları (kromit, iodit, bromit), jelatin içeren emülsiyonlardan üretilmektedir. Jelatinin kalitesi gümüş tozu kristallerinin şekil ve boyutlarının belirlenmesindeki en önemli parametredir. Gümüş tozu kristallerinin yapısı, film hassas yüzeyinin yüzey özelliklerini (hız, konsantrasyon, hassasiyet) etkiler [10], [127].

2.3.4.5 Diğer Alanlar

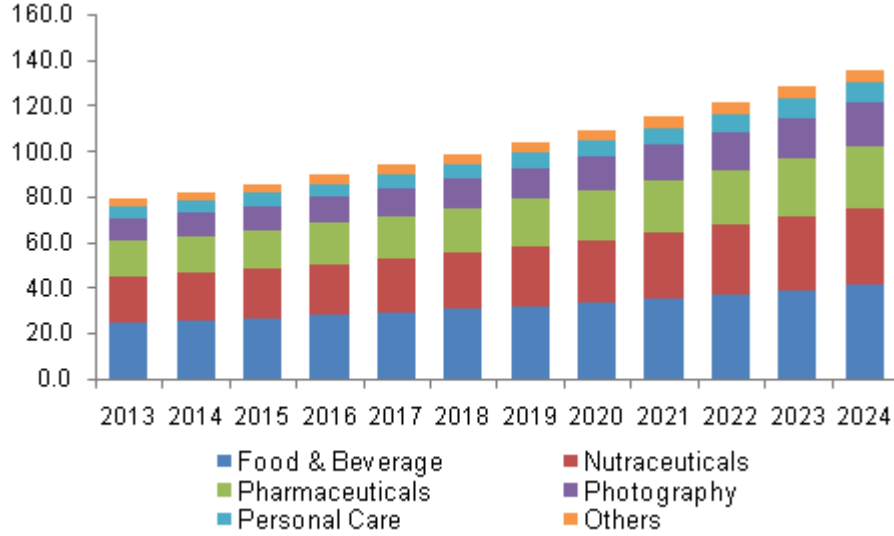
Jelatin bir çok alanda ve üründe ürünün kalitesini arttırıcı, üretim prosesine yardımcı, nihayi ürünü tamamlayıcı olarak kullanılmaktadır. Örneğin, kibrit uçlarının ahşap sapa tutturulmasında jelatinden yararlanılmaktadır. Kağıt ürünlerinin suya dayanıklı hale getirilmesinde ve kağıda sertlik ve dayanım kazandırılmasında jelatin kullanılır. Ayrıca yüksek saflıkta kimyasal ürün üretiminde kullanılır [106].

2.3.5 Jelatinin Pazar Payı

Dünyada jelatin üretimi 2015 yılında 412.7 kilo tondur. 2024 yılına kadar bu rakamın 651.7 kilo tona yükselmesi beklenmektedir. 2016' dan 2024' e kadar %5.3' lük bir büyüme beklenmektedir. 2018' de toplam jelatin üretiminin 450.7 kilo tona ulaşması beklenmektedir [128].

2011 yılında 1.77 milyar dolar olan global jelatin pazarı, 2012' den 2018' e kadar %6.75' lik bir büyüme ile 2018 yılında 2.79 milyar dolar olması beklenmektedir. [129].

2015 yılında yiyecek-içecek endüstrisi 119.6 kilo ton jelatin kullanımı ile diğer sektörlerin önünde yer almaktadır (Şekil 2.24) [128].



Şekil 2.24 2013-2024 yılları arasında gerçekleşen ve gerçekleşmesi öngörülen jelatin market payı oranları (kilo-ton) [128]

Avrupa, 2011 yılında küresel jelatin pazarının % 41.33' üne hakim olmuştur. Avrupa' daki kilit bölgesel pazarlar olan Almanya, Fransa, Belçika ve İngiltere' de yüksek tüketici farkındalığı nedeniyle jelatin talebinde bir artış beklenmektedir. Kuzey Amerika jelatin pazarının 2018 yılına kadar 103.8 kilo tona ulaşması beklenirken, Asya Pasifik jelatin pazarının 2012-2018 yılları arasında %7.08' lik bir büyüme beklenmektedir [129].

Türkiye' de jelatin üreten az sayıda firma bulunmaktadır. Üretim miktarı arz-talep eğrisi doğrultusunda belirlenmektedir. Türkiye jelatini genellikle ithal etmektedir. 2012 yılında Türkiye ithalat hacmi 33 milyon dolar iken bu rakam 2016 yılında 19 milyon dolara kadar gerilemiştir. Türkiye'nin son 5 yıldaki en önemli tedarikçileri; Brezilya, Arjantin, Kolombiya, Almanya ve Pakistan' dır [130].

Dünyada jelatin üretiminin %45' i domuz derisinden elde edilmektedir, bunu sırayla %30 sığır, %23 sığır ve domuz kemikleri izlemektedir. Üretim sadece

%1.5' i balık ve tavuktan elde edilmektedir. Avrupa' da jelatin üretimi %80 gibi yüksek bir oranda domuz kemik ve derisinden elde edilmektedir. Avrupa' da sığırdan jelatin üretimi sadece %15' dir [117].

2.4 Jelatinin Kalitesini Etkileyen Faktörler

Jelatinin kalitesini etkileyen bir çok parametre vardır. Bunlardan başlıcaları; jelatinin sahip olduğu aminoasit yapısı, jelatinin eldesi sırasında uygulanan pH, sıcaklık ve ekstraksiyon süresidir. Ayrıca jelatinin elde edildiği kaynak ve bu kaynağın niteliği oldukça önemlidir [95]. Parametrelerdeki değişiklikler elde edilen jelatinin kalitesini doğrudan etkilemektedir. Bu sebeple bu parametreler üretim aşamasından önce dikkatlice optimize edilmelidir.

2.4.1 Aminoasit Kompozisyonu

Jelatinin aminoasit bileşimindeki farklılıklar, jelatinin erime ve kaynama noktası sıcaklıklarını değiştirmektedir. Örneğin, prolin ve hidrokisprolin aminoasitlerince zengin domuz jelatini daha yüksek jelleşme sıcaklığına sahip daha güçlü jeller oluşturmaktadır [131]. Glutamik asit, aspartik asit, lizin, hidrokisilisin, arginin ve histidin içeriği de çapraz bağ oluşumunda ve elektrostatik etkileşimlerde önemlidir [132].

2.4.2 pH

Jelatinin kullanılacağı uygulamaya göre pH' ın jelatin üzerindeki etkisi dikkatle düşünülmeli ve yüksek kaliteli jelatin elde etmek için ekstraksiyon solüsyonunun pH' ı ayarlanmalıdır. Ayarlama işleminde kolajenin izoelektrik noktası önemli bir parametredir. Kolajen molekülünün net yükü, izoelektrik noktada sıfırdır; molekül üzerinde eşit miktarda pozitif ve negatif yükler bulunur ve bu sayede moleküler arası tuz bağlarının ve elektrostatik etkileşimlerin maksimum sayısını oluşturulur; bu, kolajenin yapısını güçlendirir ve dengeler . İzoelektrik noktadan farklı olan bir pH' da , kolajen molekülü daha az zayıf bağlara sahip olacağı için uygulama yüksek verim sağlar. Bu yüzden pH değeri üretim öncesinde dikkatlice optimize edilmelidir. Örneğin, A tipi jelatin, daha yüksek bir izoelektrik noktasına sahip olduğu için, jelatinin jel şebekeleri oluşturmaya elverişli olduğu düşük pH gerektiren uygulamalarda kullanımı uygundur. Benzer şekilde, B tipi jelatin düşük bir izoelektrik noktasına sahip olduğu için, jel ağının oluşması için jelatinin kolayca

elde edilebileceği yüksek bir pH gerektiren uygulamalarda kullanılır [117]. Bununla birlikte, yapılan çalışmalarda daha yüksek jelatin verimi için asidik koşulların daha elverişli olduğu tespit edilmiştir. Ancak, asidik koşullar, çoğu jelatin uygulamasında arzu edilmeyen düşük jel kuvveti oranına da neden olmaktadır [108].

2.4.3 Asit/Alkali Uygulanması

Asit uygulaması jelatinin duyuşal özelliklerini doğrudan etkilediği, hammaddedeki koku ve rengin giderilmesini sağladığı için nihai ürün eldesinde takip edilmesi gereken önemli bir parametredir. Benzer şekilde alkali uygulaması da, hammaddenin olası kirliliklerinin giderilmesini ve kolajenin zayıflatılıp, daha yüksek verim ve üstün kalitede ürün elde edilmesini sağlar. Ayrıca, alkali işlemleri, glutamin ve asparagin' in amin gruplarını kaybetmesine neden olur, bunları sırasıyla glutamik ve aspartik asit kalıntılarına dönüştürerek kolajenin izoelektrik noktasını düşürür [112], [134], [135]. Ayrıca, alkali veya asit uygulamasında asit/alkali konsantrasyonları önem arz etmektedir zira konsantrasyonlardaki artış verimi arttırmaktadır ancak jelleşme kuvvetinde düşmeler yaşanmaktadır [136].

2.4.4 Ekstraksiyon Süresi ve Sıcaklığı

Ekstraksiyon sıcaklığı genellikle 45-60 °C aralığındadır. 50 °C' den 80 °C' ye kadar olan sıcaklıklar, molekül içi bağ oluşumunu teşvik edebilir ve sonuç olarak daha güçlü jelleşme kabiliyeti olan jelatin elde edilebilir [137]. Bununla birlikte, 80 °C' nin üzerindeki yüksek sıcaklıklar, kolajendeki molekül içi zincirlerin kırılması ile zayıf jelleşme kabiliyetine sahip jelatin eldesine neden olur. Öte yandan, düşük ekstraksiyon sıcaklığı, üretimin verimliliğini düşürmektedir ancak daha üstün kalitede bir ürün elde edilmektedir [135], [138], [139]. Ekstraksiyon süresi genellikle 4-8 saat aralığındadır [6]. Ekstraksiyon aşamaları boyunca jelatin sürekli olarak parçalanmakta ve renginde değişimler meydana gelmektedir. Sıcaklık arttıkça jelatinin kalitesi değişmektedir [10].

2.4.5 Diğer Faktörler

Jelatinin kalitesini etkileyen diğer bir faktör ise jelatinin elde edildiği kaynaktır. Kullanılan hammaddenin türü, safsızlığı, tazeliği ve depolanması, muhtemel mikrobik kontaminasyon olup olmadığı veya doğal enzimlerin varlığı elde edilen

jelatinin kalitesi üzerinde olumlu/olumsuz etkiye sahiptir. Bununla birlikte, kullanılan asidin veya alkalinin türü, nihai ürünü etkileyebilen diğer bir faktördür [117].

2.5 Jelatinin Kalite Parametreleri

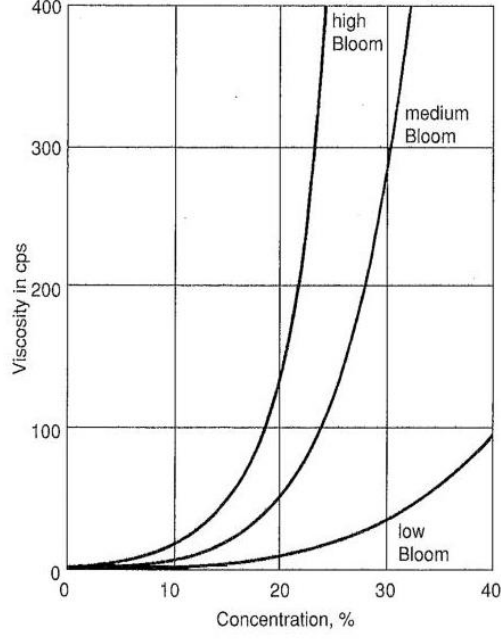
2.5.1 Jelatinin Viskozitesi

Viskozite, jelatinin en önemli özelliklerinden biridir. Jelatinin viskozitesini hesaplamak için birkaç yöntem kullanılır. Bunlardan biri, 60 °C sıcaklıkta ve %6.67 konsantrasyonunda 100 mL jelatin solüsyonunun U-tüp viskozimetredeki akış süresinin hesaplanması şeklindedir [6], ayrıca reometre de jelatinin viskozitesinin hesaplanmasında kullanılır. Gıda sektöründe kullanım amacına yönelik olarak düşük veya yüksek viskoziteye sahip jelatinin her ikisinde tercih edilmektedir. Genel olarak piyasada 2-7 cP arasında viskoziteye sahip jelatin bulunmaktadır. Ancak özel olarak siparişe yönelik 13 cP jelatin de üretilebilmektedir. Düşük viskoziteye sahip jelatinin jelleri daha zayıf ve yumuşaktır. Yüksek viskoziteye sahip jelatin jelleri ise sert ve daha esneklerdir [140].

Jelatin viskozitesini etkileyen faktörler;

2.5.1.1 Asit veya Alkali Uygulaması ve Konsantrasyonları

jelatin üretim aşamasında uygulanan prosesler jelatinin viskozitesini doğrudan etkilemektedir. Proseste asit veya alkali kullanılması ve kullanılan kimyasalın konsantrasyonu jelatin viskozitesini değiştirir. Asit kullanılan işlemde elde edilen jelatinin viskozitesi, alkali kullanılarak elde edilen aynı molekül ağırlıklı jelatinin viskozitesinden daha düşüktür. Bu durum, asit uygulaması ile elde edilen jelatinin moleküler yapısının, alkali kullanılarak elde edilen jelatine kıyasla daha az dallı olmasından kaynaklanmaktadır [6]. Uygulanan kimyasalın konsantrasyonu arttıkça elde edilen ürünün viskozitesi düşmektedir [141] (Şekil 2.25).



Şekil 2.25 Konsantrasyonun bir fonksiyonu olarak düşük, orta ve yüksek Jelleşme dirençli jelatin için viskozite davranışı, (60° C) [142]

2.5.1.2 Jelatinin Moleküler Ağırlığı

Yüksek moleküler ağırlıklı fraksiyonlara sahip jelatin numuneleri, yüksek viskozite verir. Ancak bu durum, jelatinin mutlaka jel kuvvetlerinin de yüksek olacağı anlamı taşımamaktadır. Yapılan bir çalışmada, balık derisinden elde edilen yüksek viskoziteye sahip jelatin domuzdan elde edilen jelatine kıyasla düşük jel kuvveti göstermiştir [135].

2.5.1.3 Jelatinin Moleküler Yapısı

Jelatinin yapısında bulunan β ve γ zincirlerinin oranı jelatinin viskozitesi ile birlikte erime-jelleşme sıcaklıkları üzerinde de doğrudan etkiye sahiptir. β ve γ zincirlerinin oranında meydana gelecek artış, viskozitenin artmasına neden olmaktadır [143], [144].

2.5.2 Jelatinin Jel Kuvveti (Bloom)

Bloom; jelatinin jel direncini veya sertliğini ifade etmek için kullanılan bir terimdir. [4], [103]. Jel mukavemeti, jelatin endüstrisinde jelatinleri ayırt etmek için kullanılan en önemli kalite özelliklerinden biridir ve pazar değerinin belirlenmesinde rol oynar [117], [145].

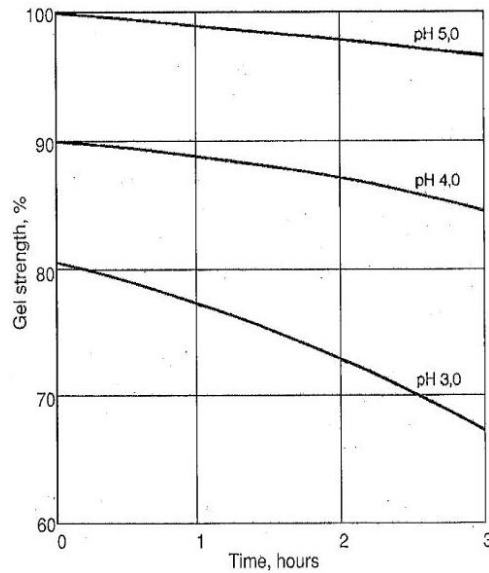
Bloom değeri; GMIA-Amerika Jelatin Üreticileri Enstitüsü tarafından tanımlanmış standart bir metoda göre ölçülmektedir. Buna göre jel kuvveti; %6.67 konsantrasyonda (w/v) hazırlanmış olan jelatin örneği üzerinde 10 °C' de ölçülmelidir. 12.7 mm çapında ve düz tabanlı olan bir silindirin, jel üzerinde 4 mm derinliğe inmesi için gerekli olan ağırlık olarak ifade edilir. Bloom değeri aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

- <150 = düşük
- 150-220 = orta
- >220 = yüksek

Gıda sanayinde genel olarak bloom değeri 250-260 aralığında olan jelatinler tercih edilmektedir [117], [145], [146].

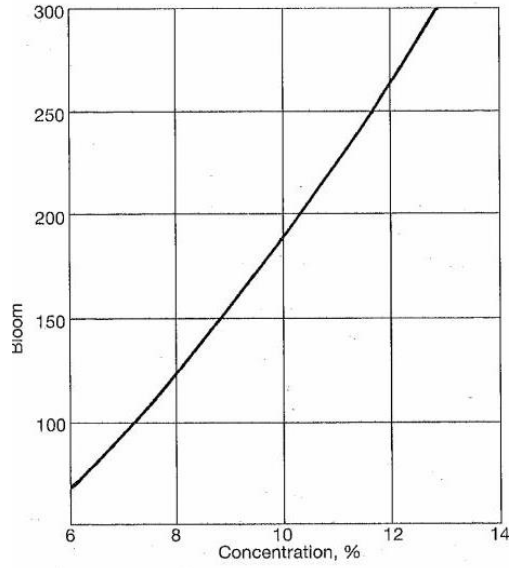
Jelin mukavemeti, jelatin konsantrasyonuna, jelatinin yapısı ve moleküler ağırlığına, pH' a, sıcaklığa ve herhangi bir katkı maddesinin varlığına bağlıdır [142].

pH değeri jelatinin jel kuvveti üzerinde önemli bir parametredir. pH değeri düştükçe bloom değeri azalmaktadır (Şekil 2.26).



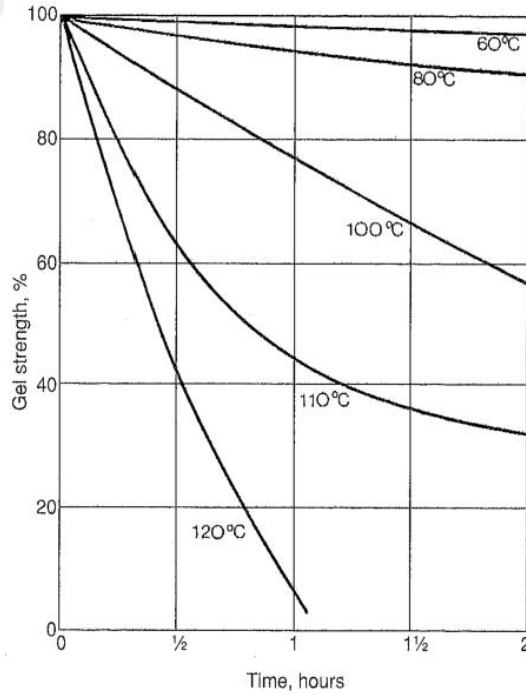
Şekil 2.26 pH' ın jelatinin jel kuvvetine etkisi (60 °C) [142]

Jelatinin konsantrasyonu arttıkça bloom değeri de artmaktadır (Şekil 2.27). Bu durum konsantrasyonun kalite üzerine önemli bir etkisinin olduğu anlamına gelmektedir.



Şekil 2.27 Konsantrasyonun bloom değeri üzerine etkisi (10 °C) [142]

Sıcaklık artışı jelatinin bloom değeri üzerine olumsuz bir etki yapmaktadır (Şekil 2.28) . Bu durum jelatinin yapısına yönelik değişimlere neden olmasından kaynaklanabilmektedir [142].



Şekil 2.28 pH 5.5' de sıcaklığa göre jelatinin bloom değerindeki değişim [142]

Jelatinin bloom değeri molekül ağırlığına ve molekül ağırlık dağılımına bağlıdır. Moleküler ağırlığı da jelatinin üretildiği prosesler ve proses parametreleri

belirlenmektedir. Uygulanan yüksek sıcaklıklar ve prosesin uzun sürmesi polipeptid zincirlerin hidrolize olmasına neden olduğu için bloom değerinin düşmesine sebep olmaktadır [147].

Bununla birlikte, jelatinde bulunan α -zincir oranı, bloom değeri ile doğru orantılıdır [148]. Yapılan bir çalışmada [147]; balıktan elde edilen jelatinde bulunan α -zincir, β -zincir ve yüksek molekül ağırlıklı fraksiyonlar arttıkça bloom değerinde artış tespit edilmiştir. Jelatinin bloom değerini, jelatinin sahip olduğu aminoasit yapısı ve dağılımı da etkilemektedir. Aminoasit yapısı prolin ve hidroksiprolince zengin olan jelatin örnekleri daha yüksek bloom değeri göstermektedir. Bu durum kolajenin yapısında bulunan üçlü sarmalın stabilitesinden prolin ve hidroksiprolinin sorumlu olmasından kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla jelatinin elde edildiği kaynak bloom değerini belirlemede önem kazanmaktadır. Prolin ve hidroksiprolince fakir balıktan (%7-10) elde edilen jelatinin bloom değeri, memelilerden (~ %14) elde edilen jelatinin bloom değerinden düşüktür [149].

2.5.3 Jelatinin Su Kapasitesi

Hem ticari jelatin tozları hem de küçük ölçekte araştırma amaçlı üretilen jelatinin işleme ve kurutma yöntemleri arasındaki farklılıklardan dolayı değişen su kapasitesine sahiptirler [1]. Piyasada kullanılan jelatinin genel olarak su kapasitesi %8-13 dolaylarındadır [3]. Üretilen jelatin su kapasitesi, jelatinin depolama süresini etkilediği için çok önemlidir. Ayrıca, yüksek su içeriğine sahip jelatin gıda güvenliği açısından çeşitli riskler (mikrobiyolojik bozulma vs.) taşımaktadır. Jelatinin su kapasitesi fiyatlandırmada yararlanılan bir parametredir. Jelatinin üretilmesi sırasında uygulanan kurutma yöntemi jelatinin su kapasitesini doğrudan etkiler. 40-60 °C' de belirlenen sürede uygulanan ısı işlemin yanısıra, dondurarak kurutma işlemi de uygulanmaktadır. Dondurarak kurutma işlemi, ısı işleme göre daha kısa sürede sonuç alınmasını sağlamakta ve jelatinde daha az hücrel hasar oluşmasını sağlamaktadır [1].

2.5.4 Jelatinin İzoelektrik Noktası

Jelatinin izoelektrik noktası aminoasit yapısına ve jelatinin alkali yada asit muamelesi ise üretilmesine bağlı olarak değişmektedir. Eğer jelatin alkali muamele ile üretiliyor ise aminoasit yapısındaki glutamin ve asparajin karboksil gruplarına

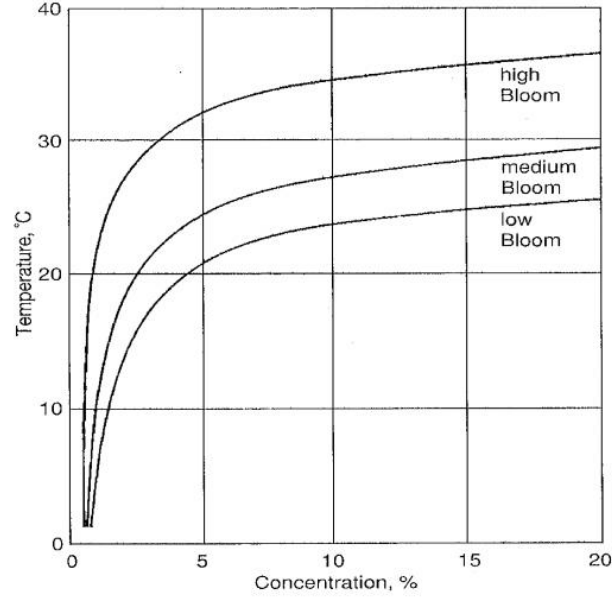
dönüşmekte ve amonyak açığa çıkarmaktadır, bu sebeple jelatin asidik bir yapıya sahip olur. Asit ön işlem görmüş jelatinin izoelektrik noktası 7.0-9.4 aralığında olup alkali ön işlem görmüş jelatinin izoelektrik noktası 4.8-5.5 aralığındadır [6].

2.5.5 Jelatinin Erime-Jelleşme Sıcaklığı

Jelatinin jel haline dönüştüğü sıcaklığa jelleşme sıcaklığı, jelatin jelinin sıvı hale dönüştüğü sıcaklığa ise erime sıcaklığı adı verilir. Erime ve jelleşme sıcaklığının belirlenmesi jelatinin kullanıldığı alan ve kullanım şekli konusunda çok önemli bir parametreyi oluşturmaktadır. Isısal geri dönüşüm özelliği ve vücut sıcaklığının altında bir sıcaklıkta erime eğilimi göstermesi gıda, kozmetik ve ilaç sanayinde kullanımı açısından oldukça büyük bir avantaj sağlamaktadır [3].

Genel olarak erime ve jelleşme sıcaklığı DSC (Differential Scanning Calorimetry) yardımıyla belirlenmektedir [150]. DSC ile yapılan analizde ısıtma ve soğutma sırasında oluşan termogram eğrisinin pik noktası geçiş (transition) noktası olarak erime ve jelleşme sıcaklığı olarak belirlenmektedir [151]. Bunun yanısıra, erime ve jelleşme sıcaklığı reolojik analizler ve viskozimetre kullanmak suretiyle belirlenebilmektedir [117], [152].

Jelatinin erime ve jelleşme sıcaklığı, jelatinin moleküler yapısı ile doğrudan ilgilidir. Uygulanan ön işlemler, işlemlerin süresi, ısı işlem dereceleri vs. moleküler yapıya etki eden tüm etkenler erime ve jelleşme sıcaklığını da etkilemektedir. Dolayısıyla jelatinin bloom değeri ile jelleşme ve erime sıcaklığı arasında da bir bağlantı vardır. Bloom değeri ve konsantrasyon arttıkça erime ve jelleşme sıcaklıkları da doğru orantılı olarak artmaktadır [3] (Şekil 2.29).



Şekil 2.29 Düşük, orta, yüksek bloom değerlerine sahip jelatinlerin konsantrasyona bağlı olarak erime noktalarındaki değişim eğrileri [142]

Ayrıca jelatinin aminoasit yapısı da jelatinin erime ve jelleşme sıcaklığını etkilemektedir. Prolin ve hidroksiprolin miktarı, jelleşme ve erime sıcaklığı üzerine etkilidir. Örneğin 1000 aminoasit içeriğindeki sığır jelatininde 94 hidroksiprolin ve 138 prolin, balık jelatininde 70 hidroksiprolin ve 119 prolin aminoasiti bulunmaktadır. Balık jelatinin jelleşme sıcaklığı (~4-5 °C) memeli jelatinine (~ 20 °C) kıyasla düşük olup aynı zamanda balık jelatinin erime sıcaklığı (~12-13 °C) da memeli jjelatininden daha azdır [147].

Genel olarak gıdalarda kullanılan jelatinin fizikokimyasal özellikleri Çizelge 2.4' de özetlenmektedir.

Tablo 2.4 Gıda sektöründe kullanılan jelatinlerin fiziko-kimyasal özellikleri [142]

	A Tip Jelatin	B Tip Jelatin
pH	3,8-5,5	5-7,5
İzoelektrik Nokta	7,0-9,0	4,7-5,4
Bloom	50-300	50-300
Viskozity	15-75	20-75

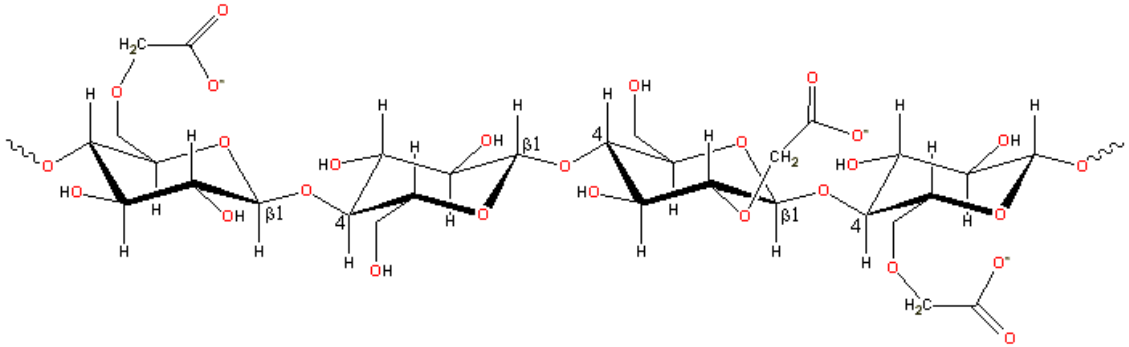
2.5.6 Jelatinin Duyusal Özellikleri

Jelatinin duyusal özellikleri genellikle kullanıldıkları gıda materyalinin özellikleri şeklinde araştırmaya konu olmaktadır. Jelatin'in duyusal özelliklerinin algılanması, çoğunlukla su veya meyve suları ile hazırlanan jel örnekleri ile sıklık, kaynaşma, viskozite, erime hızı, tatlılık, ekşilik vs. dahil olmak üzere duyusal özelliklerini analiz etmek amacıyla incelenmiştir [117]. Yapılan çeşitli çalışmalarda; jelatinin erime sıcaklığının jelatinin gıdaya kazandırdığı birkaç duyusal özelliği (jelleşme direnci, tat, koku, viskozite, kolay erime) etkilediği bulunmuştur [153]. Jelatinin duyusal özelliklerinin tespiti için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

2.6 Kıvam Arttırıcılar

2.6.1 Karboksimetil Selüloz (CMC)

Sodyum tuzu alkali selülozun sodyumklor asetat ile işlem görmesi sonucunda elde edilir. %50' lik veya daha yüksek konsantrasyonlardaki NaOH çözeltisi kullanılır. Karboksimetil selüloz inert, kokusuz ve tatsız, toksik olmayan, suda çözünen, köpük yapmayan akışkan, berrak ve su tutma kapasitesi yüksek çözelti oluşturma özelliğine sahiptir [154].



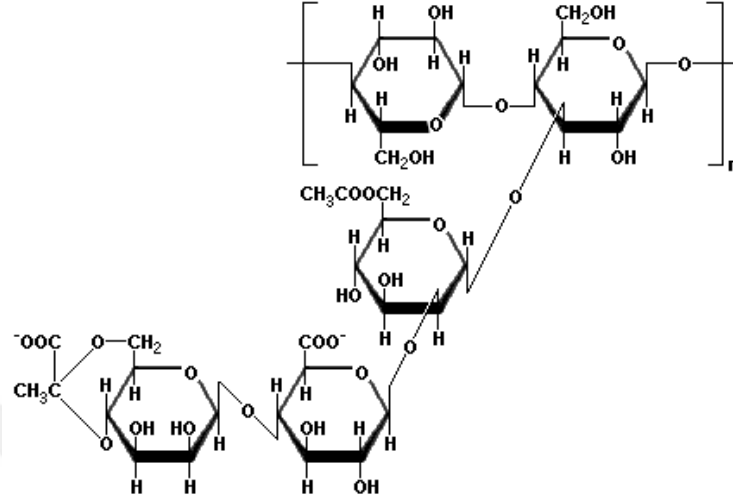
Şekil 2.30 CMC kimyasal yapısı [154]

Kıvam arttırıcı, koruyucu kolloid, dolgu materyali, su tutucu, şişirme ajanı, jelleştirme ajanı, film oluşturucu, emülsiyon stabilizatörü, kristallenmeyi önleyici özellikleri sebebi ile kullanılmaktadır [154].

2.6.2 Ksantam Gam

Ksantam gam, *Xanthomonas campestris* bakterisinin fermentasyonu sonucu oluşan anyonik heteropolisakkarit bir maddedir. Yüksüz çözeltiler oluşturur. Ksantam

gamın yapısı 1,4-β-D-glukoz birimlerinin bulunduğu bir polimer iskeletinden oluşmaktadır (Şekil 2.31) [155], [156].

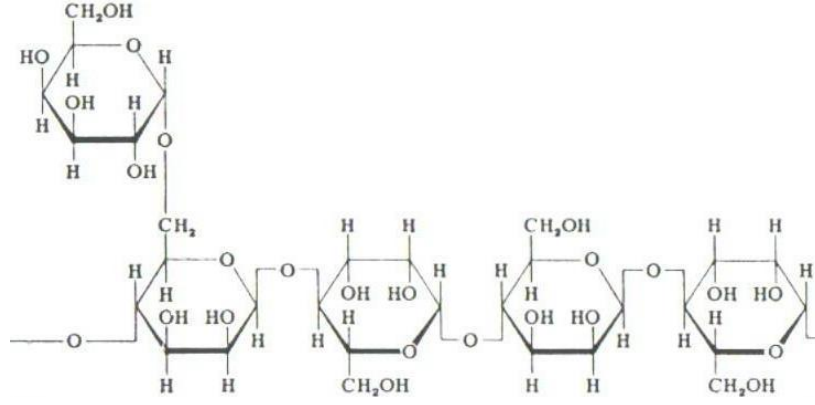


Şekil 2.31 Ksantam gamın kimyasal yapısı [157]

Ksantam gam, emülsiyon stabilizatörü, asidik/alkali çözeltilerde çözünerek kararlı bir yapı oluşturması, donma/çözünmeden sonra kararlı yapıyı sağlama, viskoziteyi sağlama ve kararlı bir yapı oluşturma, sıcak ve soğuk suda kolaylıkla çözülebilmeye, su tutma, kıvam artırma, gıdalara duyuşal özellik kazandırma gibi özellikleri sebebi ile özellikle salça, fırıncılık, et ürünleri içecekler vs. gibi gıda ürünlerinde kullanılmaktadır [158].

2.6.3 Keçi Boynuzu Gamı

Locust bean gam, carop gam, tragasol tutkalı veya algaroba olarak da adlandırılan keçi boynuzu gamı, genel olarak Akdeniz iklimine sahip bölgelerde yetişen *Caratonia siliqua* bitkisinin çekirdeklerinden elde edilen bir polisakkarittir. Keçi boynuzu gamının ana zincir yapısı, lineer, β-(1-4) bağlı D-mannopranozil, yan zincirlerde α-(1-6) D-galaktopranozil birimlerden oluşmaktadır [159] (Şekil 2.32).



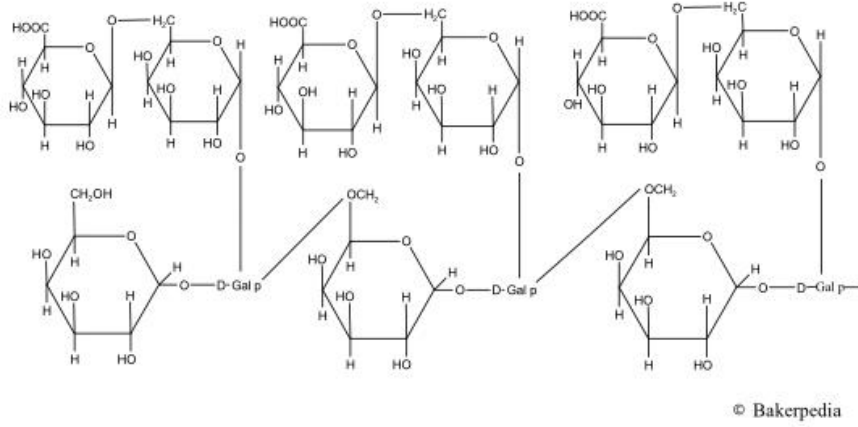
Şekil 2.32 Keçiboynuzu gamının kimyasal yapısı [160]

80 °C suda tamamen çözülebilmektedir, 95 °C' ye ısıtılıp soğutulması ile maksimum viskoziteye ulaşmaktadır. Genel olarak ticari keçiboynuzu gamının bileşimi, %72 karbonhidrat, %13.5 protein, %1 yağ, %7 kül, %10.5 nemden oluşmaktadır [161].

Gıda tekstürel yapısının sağlanmasında, kıvam arttırıcı, emülsiyon stabilizatörü özellikleri sebebi ile gıda sektöründe özellikle konserve gıdalarda, soslarda, tatlılarda, içeceklerde, süt ürünlerinde, et ürünlerinde kullanılmaktadır [162].

2.6.4 Gam Arabik

Gam arabik, Leguminosea familyasına ait akasya ağaçlarının doğal bir sızıntısından üretilmektedir [155]. Gam arabik, kalsiyum, magnezyum ve potasyum tuzlarının bir karışımıdır ve hafif asidik özellik gösteren bir polisakkarittir. Temel olarak 6 çeşit karbonhidrat biriminden oluşmaktadır; galaktoz, arabinopiranoz, arabinofuranoz, ramnoz, glukoronik asit ve 4-O-metilglukoronik asit (Şekil 2.33). Dallanmış yapısı sayesinde suda çok iyi çözülebilen tek hidrokolloid olan gam arabik bunun aksine yağda çözünmemektedir [159].

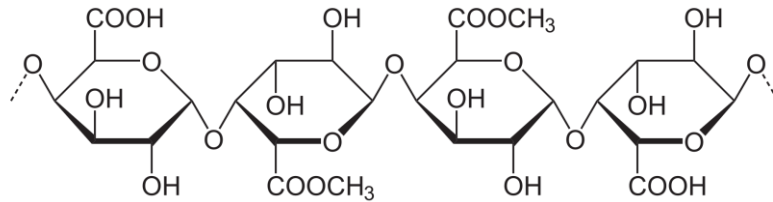


Şekil 2.33 Gam arabik kimyasal yapısı [163]

Gam arabik, özellikle şekerleme ve fırıncılık sektöründe ürünlerin tekstürel yapısını sağlamak, şeker kristalizasyonunu önlemek, esnekliği düşürmek, yapıyı güçlendirmek amacıyla tercih edilmektedir. Ayrıca içecek sektöründe kıvam arttırıcı özelliği sebebi ile kullanılmaktadır [155], [164]. Gam arabik, yüksek emülsifiye edici özelliği sebebi ile yağ-su karışımlarında emülsiyon ajanı olarak kullanılmaktadır [155].

2.6.5 Pektin

Pektin ,bitkisel dokularda bulunan ve bitkinin büyüyüp gelişmesinde rol alan bir heteropolisakkarittir. Bitki hücresinin ekstraksiyonu sonucu elde edilir. Pektinin temelini galakturonik asit birimlerinin düz bir zincir halinde α -1-4 bağı ile bağlanması oluşturur. Ayrıca pektinde ramnogalakturonan-I, ramnogalakturonan-II, ksilogalakturonan ve homogalakturonan temel bileşenlerdir [165].



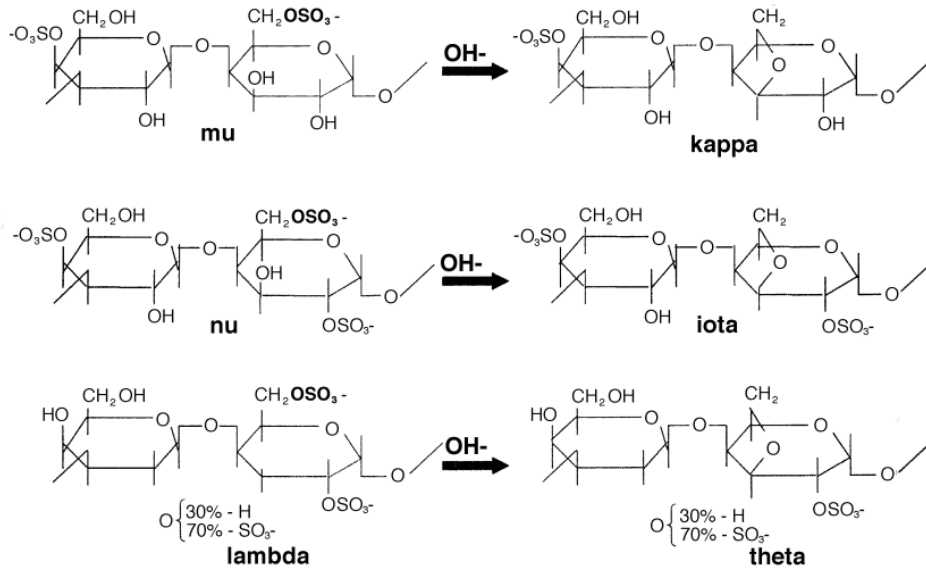
Şekil 2.34 Pektinin kimyasal formülü [166]

Pektin ticari olarak genelde turunçgil kabuklarından ve elma posalarından elde edilir. Fonksiyonel özelliklerinin arttırılması amacıyla pektin üretimi sırasında prosesin sıcaklık ve pH değişimleri üzerinde değişiklikler yapılabilir. Pektin modifiye edildiği zaman moleküler ağırlığı, esterleşme derecesi, rengi, suda

çözünürlüğü ve jelleşme özelliklerinde değişim olabilir [134], [165]. Pektin gıda sektöründe; özellikle reçel, jöle, şekerlemeler, süt ürünlerinde, jel yapıcı, kıvam arttırıcı, emülgatör ve stabilizatör olarak kullanılır [159].

2.6.6 Karragenan

Karragenan; Ca, Na ve K tuzları halinde alglerin yapı taşı oluşturur. *Chondrus*, *Eucheuma*, *Gigartina* ve *Iridaea* cinsi kırmızı yosunlardan ekstrakte edilen bir polisakkarittir. Moleküler yapısı temel olarak D-galaktoz ve 3,6 anhidro-D-galaktozdan oluşmaktadır. Karragenanlar β (1-3), α (1-4) glikozidik bağları ile bağlanmıştır Aniyonik yüklü poliektrolit yapıya sahip olan karragenan türevleri sülfat düzeyleri farklı olan fraksiyonlara ayrılır; κ -(kapa), λ -(lambda), ι -(iota), μ -(mü), ϵ -(ksi) ve θ -(teta) (Şekil 2.35) [167], [168], [169].

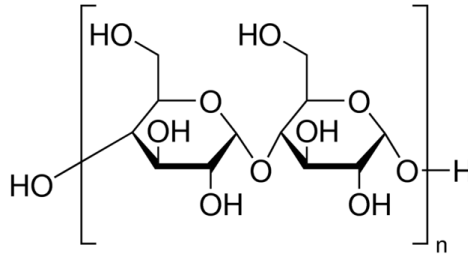


Şekil 2.35 Karragenan türevleri kimyasal yapısı [159]

Karragenanın moleküler yapısından kaynaklanan farklılıklar jel gücü gibi fonksiyonel işlevi üzerine etkili olmaktadır [160]. Dünyada genel olarak kappa karragenan türevi karragenan üretilip tüketilmektedir, bunun sebebi yüksek jel gücüne sahip olması ve sütle güçlü etkileşebilmesidir [168]. Karragenan genel olarak, süt ve et ürünlerinde kullanılmaktadır.

2.6.7 Patates Nişastası

Nişasta α -D-glukoz birimlerinin polimerleşmesinden oluşan bir polisakkarittir. Nişastanın kimyasal yapısında (Şekil 2.36) lineer bir polimer olan amiloz ve dallanmış bir polimer olan amilopektin bulunmaktadır [170]. Bununla birlikte nişastanın yapısında düşük oranlarda (%0.5-1.0) yağ, eser miktarlarda fosfor ve azot bulunmaktadır [171].

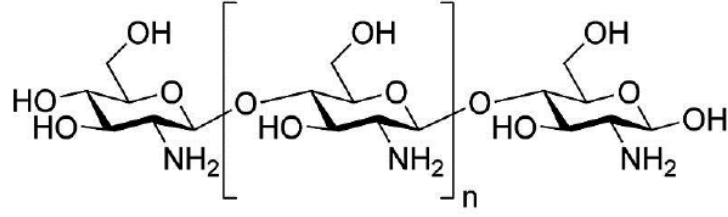


Şekil 2.36 Patates nişastasının kimyasal gösterimi [172]

Nişasta su tutma, jel oluşturma ve kıvam verme özellikleri sebebi ile kullanılmaktadır. Ancak nişasta, karıştırıldıkça viskozitesinde azalma göstermektedir ayrıca termal direnci düşüktür bu sebeple gıda sektöründe kullanımı sınırlıdır. Ancak nişastanın fiziksel ve kimyasal modifikasyonu ile spesifik gıda ürünlerinde uygulanabilirliği arttırılabilmektedir [173]. Patates nişastası diğer nişasta kaynaklarına göre daha uzun sürede sindirilmektedir. Yapılan bir çalışmada patates nişastasının (%5/saat), arpa (%29/saat) ve buğday nişastasına (%32/saat) göre rumende parçalanabilirliğinin daha yavaş olduğu bildirilmiştir [174].

2.6.8 Kitosan

Kitosan, kabuklu deniz canlılarının iskelet sisteminde bulunan, kitinin kısmi deasetilasyonu sonucu elde edilmektedir. Kitosan β -(1-4)-glikozidik bağların D-glukozamin ve N-asetil D-glukozamin kopolimerinden oluşan katyonik bir polisakkarittir [175], [176], (Şekil 2.37).



Şekil 2.37 Kitosanın kimyasal gösterimi [177]

Kitosan beyaz renkli, tatsız ve kokusuz bir maddedir. Sindirim enzimleri tarafından hidrolize edilmemekle birlikte, nem tutma, film oluşturma, çöktürme, antimikrobiyal özellikler göstermektedir [178], [179], [180]. Gıda sanayinde kitosan, raf ömrünün uzatılması, kalitesinin artırılması, duyu özelliklerin güçlendirilmesi, renk stabilizasyonu, kıvam verme özellikleri sebebi ile kullanılır [181].

2.7 Elma Suyu Üretimi ve Durultması

2.7.1 Elma Suyu Üretimi Proses Basamakları

Türk Gıda Kodeksi Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler Tebliği (Tebliğ No: 2014/34)' ne göre meyve suyu ve meyveden elde edilen ürünlerle ilgili birkaç tanım yer almaktadır. Buna göre;

Meyve suyu: Sağlam tek veya birkaç meyvenin karışımından ve bunların yenilebilir kısımlarından elde edilen, meyveye özgü duyu karakteristiği taşıyan fermente olabilen ürünleri ifade etmektedir.

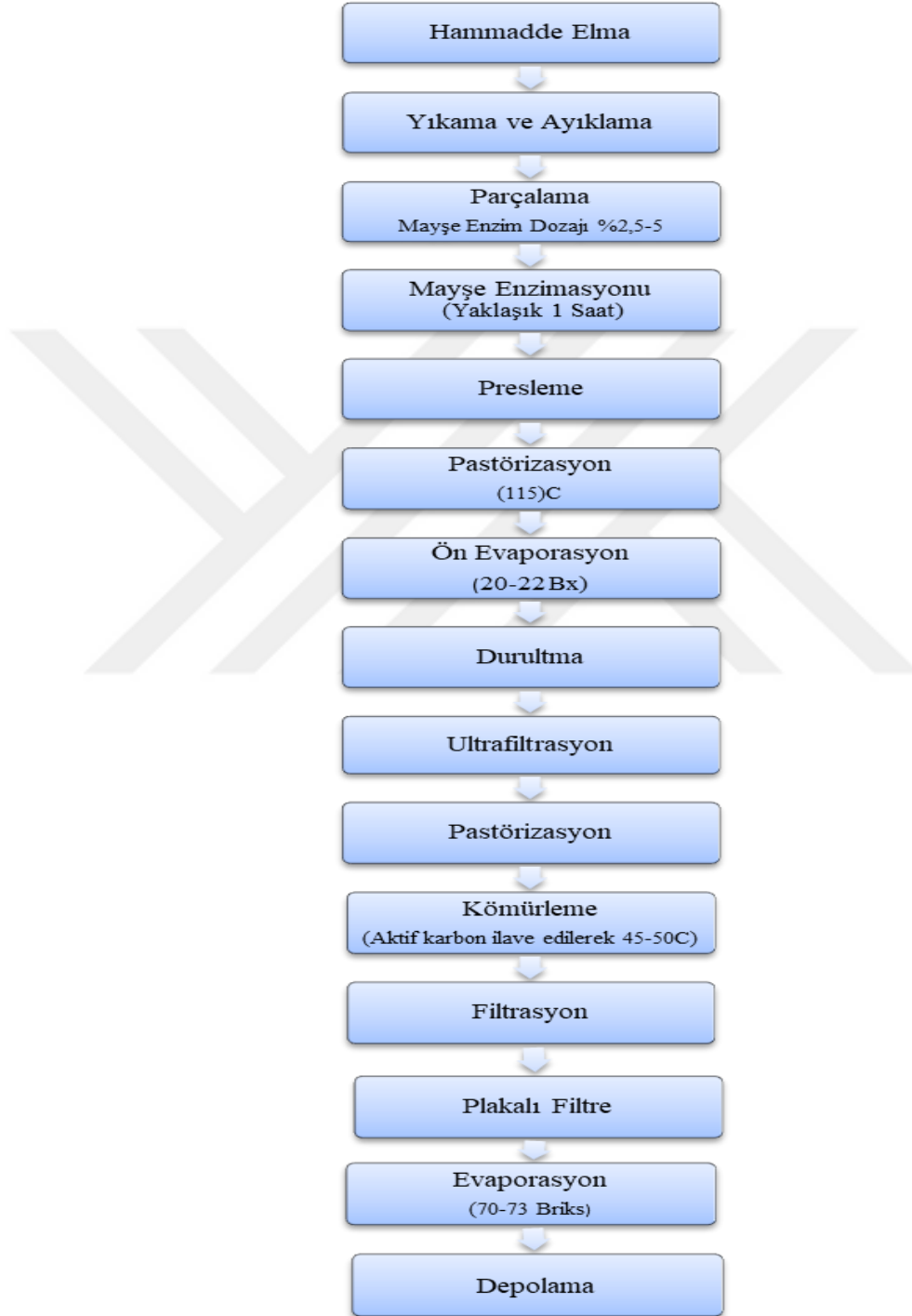
Meyve nektarı: Meyveden elde edilen (meyve suyu, konsantresi, tozu veya püresine) şeker ilave edilerek (veya edilmeden) su eklenmesi ile elde edilen fermente olabilen ürünü ifade etmektedir.

Meyve suyu konsantresi: Elde edilen meyve suyundan suyun belirli oranlarda uzaklaştırılması ile elde edilen ürünü ifade etmektedir [182].

Elma suyu üretim proses basamakları Şekil 2.38' de yer almaktadır [183].

Yıkama ve Ayıklama: Fabrikaya getirilen elmalar indirme havuzlarına alınarak, su kanalları vasıtasıyla taşınırlar. Basınçlı su kullanılarak elmalar yıkanır. Sap, yaprak, ezik, çürük vs. ayrılır.

Parçalama: elmaların preslenemebilmesi için belirli büyüklükte parçalanması gerekmektedir. Parçalamada genellikle rendeleme değirmenleri kullanılır. Parçalanmış elmaya mayşe adı verilmektedir [54], [183].



Şekil 2.38 Elma suyu üretimi proses basamakları [183]

Enzimasyon(Mayşe Enzimasyonu): Enzimasyon prosesinin amacı presleme aşamasının verimini arttırmaktır. Bu amaçla pekteolitik enzimler belirlenen süre ve sıcaklıklarda kullanılır.

Presleme: Mayşenin preslenmesi ile bulanık meyve suyu elde edilmektedir. Presleme işleminde genellikle horizontal presler (180-200 Bar) kullanılır.

Pastörizasyon: Bu aşamada meyve suyunun sahip olduğu mikrobiyel yük azaltılarak, meyve suyunun bozulmasının önlenmesi amaçlanmaktadır. Bununla birlikte, meyve suyu içeriğinde bulunan nişastanın çirileştirilmesi gerekmektedir. Pastörizasyon işlemi çeşitli pastörize etme yöntemleri kullanılarak genel olarak 90 °C' de gerçekleştirilmektedir.

Enzimasyon: Elde edilmiş olan ham meyvesuyu, hem kolloid hem de dispers halde bulunan maddeler içermektedir. Bulanıklığa neden olan bu materyaller genellikle yüksek karbonlu bileşiklerdir ve berraklığın etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi için bu bileşenlerin alt birimlere indirgenmesi gerekmektedir. Pekteolitik ve amilolitik enzimler belirlenen sıcaklık ve süre ile kullanılarak pektin ve nişastanın parçalanması amaçlanır.

Berraklaştırma: elma suyunun berraklaştırılmasında bir çok yöntem ve çeşitli yardımcı materyaller kullanılmaktadır. En çok kullanılan materyaller; jelatin, bentonit, kizelsoldur. Meyve suyunda bulanıklığa neden olan fenolik bileşenler negatif yüklü olduğu için seçilen materyalin pozitif yük taşıyarak floklaşma yapmak suretiyle berraklık sağlanması amaçlanmaktadır.

Filtrasyon: Berraklık işleminde elde edilen flokların çöktürülerek meyve suyundan uzaklaştırılması amacıyla filtrasyon yapılmaktadır. Bu sayede, berrak elma suyu elde edilmektedir.

Evaporasyon: Son olarak, elma suyunda bulunan suyun uzaklaştırılarak konsantre hale getirilmesi amaçlanmaktadır. Suyun uzaklaştırılması işlemi birkaç yöntemle yapılabilmektedir, bunlar; evaporasyonla konsantrasyon, ters yada direkt ozmozla konsantrasyon ve dondurarak konsantrasyon yöntemleri uygulanarak yapılmaktadır. Sanayide genel olarak evaporasyonla konsantrasyon işlemi kullanılmaktadır. Bu yöntem; düşük basınç ortamında düşük sıcaklıkta serbest suyun buhar haline getirilerek uzaklaştırılması prensibine dayanmaktadır. Düşük

sıcaklık uygulanması ile meyve suyunun kalite parametreleri üzerine olumsuz etkisi azaltılmış olmaktadır [54], [183].

2.7.2 Elma Suyunda Bulanıklık Ajanları

Ham elma suyunda bulanıklığa neden olan hem kolloid hem de dispers halde bulunan maddeler bulunmaktadır. Bunlar genellikle yüksek karbonhidrat yapısında bulunmaktadır. Bulanıklığın giderilebilmesi için bulanıklığa sebep olan ajanlar doğru tanımlanması gerekmektedir. Bulanıklığa sebep olan ajanlar aşağıda açıklanmaktadır;

Polifenoller

Polifenoller meyve ve sebzelere kırmızı/mor renk veren, meyvenin kendine has renk-koku-tadının oluşmasını sağlayan ajanlardır. Polifenoller meyve suyunda (-) elektrik yük kaynağıdır. Polifenoller meyvesuyuna kendine has duyuşal karakteristik kazandırdığı için tamamen uzaklaştırılması miktarının azaltılması amaçlanır zira oksidasyonu sonucunda sarı-kahverengi polimerik bileşiklere dönüşerek ürünün duyuşal niteliklerini bozabilirler [184].

Araban

Araban hücre duvarı polisakkaritlerinden birisidir. Nötral yapıdadır. Özellikle ekstraksiyon işleminde elma suyuna geçişi hızlanır. Özellikle mayşe enzimasyonu sırasında kullanılan arabinofuranozidaz aktivitesi sebebi ile dallı yapısı parçalanmakta böylece çözünürlüğü azalarak bulanıklığa neden olmaktadır [184].

Pektin

pektin hücre duvarında çözünmez halde protopektin olarak bulunur ancak meyve olgunlaştığında çözünür bir hale dönüşür. Pektin, elma suyunda çözünmüş halde bulunan diğer parçacıkların etrafını sararak onların da kendisi gibi (-) yükle yüklenmesini sağladığı dolayısıyla çökmelerini engellemediği için durultma aşamasında en fazla sorun çıkaran ajan olarak tanımlanır. Genellikle enzimatik durultma (depektinizasyon) yardımıyla parçalanır [28], [184].

Nişasta

Nişasta amiloz ve amilopektin polimerlerinden oluşan bir polisakkarittir. Birçok meyvede değişik miktarlarda bulunmaktadır. Çeşide bağılı olarak değişmekle

birlikte olgun bir elmada yaklaşık %2 civarında nişasta bulunmaktadır. Depolama sırasında bu miktar azalmaktadır. Elma nişastası 1-10 µL boyutlarında çok küçük tanecikler halinde olup, %30 amiloz ve %70 amilopektinden oluşmaktadır [185]. Nişasta, elmaların işlenmesi sırasında çözünmemiş halde süspansiyon parçacıkları şeklinde ham elma suyuna geçer. Elma nişastası 60 °C' den sonra çirşlenmeye başlar. Ancak tam bir çirşlenmenin gerçekleşmesi ve nişastanın enzimatik olarak parçalanabilmesi için sıcaklık değerinin 90 °C üzerine çıkması gerekmektedir. Aroma tutma işleminde bu sıcaklık değerleri sağlandığı için çirşlenmiş nişasta koloidal olarak çözünür ve filtreyi aşabilir. Bu nedenle, durultma işlemi tabi tutulmuş olan bir elma suyu nişastası parçalanmamış olsa bile berrak görünebilir. Ancak depolama süresi boyunca nişasta retrograsyona uğrar ve meyve suyunda bulanıklık gözlenir. Bu durum göz önüne alındığında nişastanın proses başlangıç safhasında yani depaktinizasyon aşamasında enzimatik yolla hidrolize edilmesi gerekir [28]. Depaktinizasyon, enzim aktivitesinin maksimum olarak sağlanabilmesi için optimum 45-50 °C sıcaklıkta gerçekleştirilmektedir [185]. Nişastanın parçalanması iyot testi ile izlenir ve genellikle 1-2 saat içinde nişasta tamamen parçalanır [28].

Protein

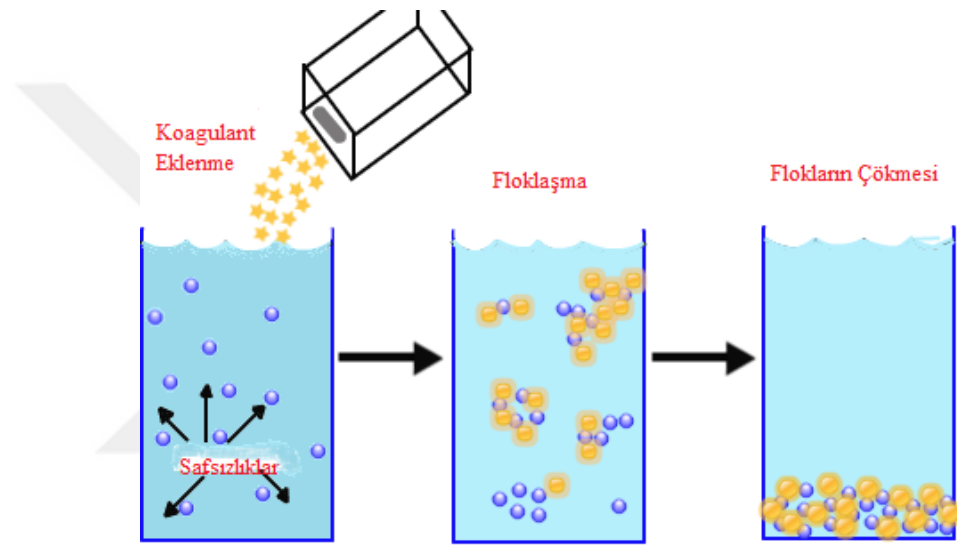
Meyvelerde azotlu bileşiklerin miktarı diğer bileşenlere oranla oldukça düşüktür; genelde %1' in altındadır. Ancak bazı meyve sularında protein kaynaklı bulanıklık sorunu yaşanmaktadır. Meyve suyunda bulunan proteinler ortamın pH değerinde (3.5-4.0) pozitif yüklüdür. Negatif yüklü bir kolloid olan pektin kılıfı tarafından sarmalanmış halde bulunurlar. Proteinlerin uzaklaştırılabilmesi için bu kılıfın parçalanması gerekmektedir. Kılıf parçalanınca pozitif yüklü protein tanecikleri negatif yüklü ajanlar tarafından floklaşma yoluyla ortamdan uzaklaştırılabilmektedir [28].

2.7.3 Elma Suyunda Berraklaştırma Prosesleri

2.7.3.1 Berraklaştırma (Floklaşma) Mekanizması

Durultmanın ikinci aşaması olarak bilinen berraklaştırma, durultma yardımcı maddelerin eklenmesi ile floklaşma sonucu gerçekleşir. Floklaşma; çözünmüş taneciklerin iri agregatlar halinde kümeleşmesi, toplanması anlamına gelmektedir. Floklaşmanın mekanizması; aynı sıvı ortamında bulunan aynı tür yük taşıyan

parçacıklara zıt yük taşıyan kolloid eklenmesi ile parçacıkların toparlanıp aglomeratlar (iri yumakcıklar) halini alması ve bu şekilde çökmesi veya karekterine göre yüzmesidir (Şekil 2.39). Ortamda bulunan bu aynı yüklü tanecikler normal şartlarda birbirini itmekte ve böylece sıvı yüzeyinde askıda kalarak bulanıklığa neden olmaktadır. Bu tanecikler mekaniksel olarak ortamdan uzaklaştırılamamaktadır. Ancak koagülasyon meydana getirmelerinin ardından sedimentasyon veya filtrasyon yöntemleri kullanılarak ortamdan uzaklaştırılabilirler [28].



Şekil 2.39 Floklaşma mekanizması [186]

Berraklaştırma aşaması koşullara bağlı olarak soğuk durultmada yaklaşık 6 saat, sıcak durultmada yaklaşık 2 saat sürmektedir. Beraklaştırma prosesi; sıcaklık, viskozite, pH, meyve suyunun yoğunluğu, beraklaştırma ajanlarının dozajları, durutma tankı boyutları, karıştırma işlemi ve temposu gibi birçok faktörden etkilenmektedir [28].

2.7.3.2 Berraklaştırma Yardımcı Maddeleri

Elma suyunun berraklaştırılmasının sağlanması, renk ve koku değişimine neden olan maddelerin uzaklaştırılması amacıyla bazı yardımcı maddeler kullanılmaktadır. Durultma aşamasında eklenen bu maddelerin etki etmesinin ardından ürün santrifüj edilerek filtrasyon yapılmak suretiyle ortamdan uzaklaştırılır. Bunlar tek tek kullanılacakları gibi birlikte de yada ard arda da

kullanılabilmektedir. Yardımcı maddeler; jelatin, bentonit, kizelsol, polivinilpolipirrolidon (PVPP) ve aktif kömür [30].

Jelatin;jelatin elma suyuna sadece berraklık kazandırmaz aynı zamanda berraklık stabilitesini de sağlar. Jelatinin pozitif yüklü olması ile negatif yüklü fenolik bileşiklerle agregasyona girer. Bu floklar çökerken bunlarla beraber diğer bazı bulanıklık unsurları da sürüklenir. Böylece durultma gerçekleşmiş olur. Diğer bulanıklık unsurlarının da ortamdan uzaklaştırılması sayesinde bunların daha sonra çeşitli mekanizmalarla neden olabileceği bulanıklık da önlenmiş olur. Jelatinin bu fenolik bileşikleri uzaklaştırması ile acı ve buruk tat önlenmiş olur, elma suyu yumuşak içimli hale gelir. Fenolik bileşikler zamanla okside olarak elma suyunun renginde esmerleşmeye de neden olmaktadır. Bunların uzaklaştırılması ile elma suyunun tekstürel yapısı iyileştirilmiş olur. Sanayi de orta düzey bloom sayılı jelatin kullanılmaktadır. Bu jelatinin %5-10' luk çözeltileri elma suyuna eklenir [29].

Kizelsol;saf silisyum dioksitin sudaki sol formudur. Süt görünümündedir, sanayide %15-30 konsantrasyonlarda kullanılmaktadır. Meyve suyunda pH ortamında negatif yüklüdür, pozitif yüklü jelatin ve diğer parçacıklarla floklar oluşturur ve çökmelerini sağlar. Sanayide "alkali kizelsol" ve "asit kizelsol" olmak üzere iki farklı şekilde kullanılmaktadır. Ancak meyvesuyu sektöründe asit kizelsol tercih edilmektedir. Durultma işleminde jelatin kullanılmış ise kizelsol kullanımı gereklidir. Jelatinin tek başına kullanımından kaynaklı olumsuzlukların (aşırı durultma, jelatinin ortamda çözünmüş halde kalması, durultma için düşük sıcaklığa ihtiyaç duyması vs.) giderilmiş olur [28].

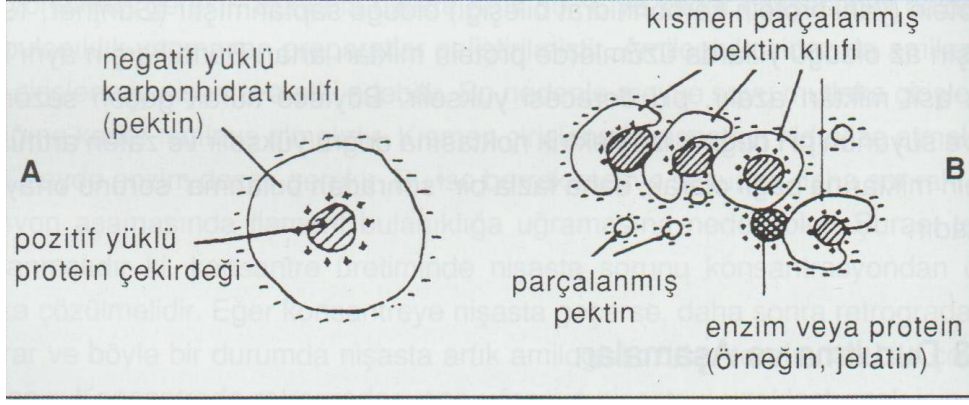
Bentonit; %60-80 oranında montmorillonit içeren doğal bir kildir. Meyve suyunda kolloidal olarak çözünmektedir. Durultma özelliği adsorpsiyon gücüne dayanmaktadır. Bentonit ortamda negatif yüklü materyal olarak davranarak pozitif yüklü maddeler üzerine etki eder. Özellikle pozitif yüklü proteinlerin tutulması ve uzaklaştırılması amacıyla kullanılır Ayrıca fenolik bileşiklerin, bazı tarımsal ilaç artıkları ve putresin, histamin gibi biyojen aminlerin uzaklaştırılmasında rol alır. Bentonit 20-60 °C sıcaklık aralığında etki gösterir. Sanayide ince granüller veya toz haldeki , hafif kırmızı veya açık gri renkte olan formları kullanılır [28], [29].

Aktif Kömür; ağaç materyali, kemik veya meyve çekirdeklerinin karbonize edilmesi, sonra yakılması ile aktive edilen bir materyaldir. Sayanide granül veya toz halde kullanılır. Özellikle “water white” veya “honey light” olarak bilinen elma suyunun üretiminde kullanılır[cemeroğlu]. Durultma özelliği adsorbsiyon esasına dayanmaktadır. Filtre edilmiş elma suyuna eklenerek rengin açılması amaçlanır. Talep edilen renge göre 0.1-1.0 g/L dozajlarında 5-80 °C arasında uygulanır. Sıcaklık yüksek değerlerde tutulacaksa aktif kömür daha hızlı bir şekilde ortamdan ayrılmalıdır [28] .

Polivinilpolipirrolidone (PVPP); N-vinilpirrolidon oluşmuş modifiye bir polietilendir. Tanecik boyutu 100-200 µm olan beyaz toz halindeki formları kullanılmaktadır. Fenolik maddeleri ve pigmentleri adsorbe edebilmektedir. Özellikle biralarda fenolik madde içeriğini azaltmak ve berraklık sağlamak amacıyla kullanılır [28].

2.7.3.3 Enzimatik Uygulama (Depektinizasyon)

Durultma iki aşamadan oluşmaktadır, ilk aşaması depektinizasyon olarak ifade edilmektedir. Buradaki amaç ikinci durultma aşamasına geçecek olan meyve suyunun daha etkin bir berraklık prosesi geçirmesinin sağlanmasıdır. Bu amaçla tanklardaki meyve suyuna pektolitik ve amilolitik enzim eklenerek pektin ve nişastanın parçalanması sağlanır. İşlem sonucunda viskozite düşer. Pektinin parçalanması ile negatif yüklü pektin kılıfından kurtulan pozitif yüklü proteinlerin floklaşması kolaşlaşır [28], (Şekil 2.40).



Şekil 2.40 Durultmada bulanıklık ajanlarının parçalanması, A; Pektin kılıfın parçalanması B; Floklaşma [187]

Uygulanacak olan enzim miktarı, koşulları satın alınan firma tarafından önerilmektedir. Enzim çeşidi seçilirken ve miktarı meyvenin çeşidine göre değişmektedir.

2.7.3.4 Filtrasyon Yöntemleri

Durultma işleminin ardından meyve suyu çeşitli filtrasyon yöntemlerinden biri veya bir kaçını kullanarak istenilen berraklık düzeyine getirilir. Berraklık düzeyi veya bulanıklık düzeyi ürünün niteliğine göre değişmektedir ve turbidimetre (bulanıklık fotometresi) yardımıyla ölçülmektedir. Filtrasyon "Yüzeyde Filtrasyon" ve "Gözenek İçinde Filtrasyon" olarak ikiye ayrılır. Yüzey filtrasyonu elek filtrasyonu olarak da bilinmektedir. Filtrenin deliklerinden büyük olan parçalar filtrenin yüzeyinde adeta bir elek üzerinde tutulmaktadır. Gözenek içinde filtrasyonda ise meyve suyunda bulunan parçacıklar filtre materyalinin içinde tutulmaktadır. Bu tarz filtreler genelde yüzey alanı geniş olan filtrelerdir ve çok küçük parçacıkların bile tutulmasına imkan tanırırlar. Sanayide geleneksel filtrasyon yöntemi yaygın olarak kullanılsa da membran filtrasyon, ultrafiltrasyon vs. yöntemler kullanılmaktadır. Filtrasyon yöntemi ne olursa olsun yapılan çalışmalar ultrafiltrasyon yöntemi ile klasik yöntemle filtre edilmiş elma suyunun bileşimleri arasında herhangi bir farklılık olmadığını göstermektedir [28].

3.1 Materyal

3.1.1 Kullanılan Kimyasallar

Peptit sentezi için kullanılan dimetil formamit (DMF) (Merck, Almanya), diklormetan (DCM) (Merck, Almanya), aktivatör (HBTU (N-[(1H-Benzotriazol-1-yl) (dimethylamino)methylene]-N-methylmet-hanaminium hexafluorophosphate N-oxide)/HOBt (1-Hydroxybenzotriazole) (Sigma, ABD), DMF içinde çözüldürülmüş Fmoc korumalı aminoasitler (Glycine, prolin, arginin, aspartate, threonine, lysine, alanine, serine) ve deprotection (%20 piperidin) çözeltisi (Sigma, ABD), rezin (Sigma, ABD), TFA (trifluoroasetik asit) (Merck, Almanya), TIS (Merck, Almanya) firmalarından temin edildi. Eter (Merck, Almanya) firmasından, kıvam arttırıcılar (karagenan, gum arabic, karboksi metil selüloz (CMC), pektin, modifiye patates nişastası, kitosan, keçiboynuzu gamı ve xsantam gum (Smart A.Ş, Türkiye) firmasından, ticari sığır jelatini (Halavet, Türkiye), kolajen hidrolizat (Halavet, Türkiye) firmasından temin edildi.

3.1.2 Kullanılan Cihazlar

Peptit sentezi mikrodalga destekli peptit sentez cihazı (CEM Liberty,) yardımıyla gerçekleştirildi. Sentezlenen peptitlerin kalite analizleri LC-MS/MS (Agilent) kullanılarak yapıldı. Enjektör filtresi olarak 0.22 µm (Sartorius MiniSart RC) kullanıldı. Çalışmada kullanılan deionize su deionized water system (Millipore Simfilter, ABD)' den elde edildi. Çözeltilerin pH ölçümleri pH metre (Hanna pH 221, ABD) kullanılarak yapıldı. Elma suyunun renk ve berraklık kriterlerinin belirlenmesinde UV-VIS (Agilent)' den yararlanıldı. Hidrolizatın molekül büyüklüğü GPC (Viscotek TDA 302) yardımıyla ölçüldü. Kalite parametreleri; bloom ölçümü için Texture Analyzer (Brookfield, ABD), viskositenin belirlenmesi için Viscometer (Brookfield, ABD), iletkenlik ölçümü için Conductivitymeter (Hanna, ABD) cihazları kullanıldı. Çalışmada; çalkalayıcı (Heidolph Unimax 1010), rotary evaporatör (Heidolph Laborota 4010, Almanya), etüv (Binder, Almanya),

hassas Terazi (Ohaus Explorer Pro, İsviçre), vorteks (Heidolph Reax top), titreşimli su banyosu (Bandelin Sonorex), sıcak su banyosu (Nükleon HC650), soğuk su banyosu (Lab. Companion) cihazlarından faydalanıldı.

3.1.3 Kullanılan Bilgisayar Yazılımları

Bu çalışmada peptit sentezi için PepDriver (Ver 2.x CEM, USA) programı kullanılmıştır. Kalite parametreleri ile ilgili tüm verilerin hesaplanmasında Excell 2010 kullanıldı. İstatistiksel analiz, Statistica 8.0 (StatSoft Inc., ABD) kullanılarak yapıldı. Örnekler arasındaki farklılıkları belirlemek için ANOVA yapılmıştır. Tukey HSD çoklu karşılaştırma testi, 0.05 olasılık düzeyinde parametreler arasındaki farklılıkları belirlemek için kullanıldı.

3.2 Metod

3.2.1 Peptit Sentezi ve Karakterizasyonu

Çalışmada; aminoasit yapıları farklı üç peptit, Bruce Merrifield tarafından geliştirilen “Katı Faz Peptid Sentezi” yöntemi kullanılarak sentezlendi [12]. Sentezlenen peptitlerin aminoasit yapısının belirlenmesinde, jelatinin genel yapısını oluşturan Gly-X-Y aminoasit yapısı temel alındı [1]. Elma suyu durultma işleminin etkinliğinin artırılıp negatif yüklü partiküllerin tutulması amacıyla peptitlerin aminoasit dizilimi standart jelatine göre lizin ve arjinin aminoasidince artırıldı. Ayrıca jelatine özgü yapıyı güçlendirmek için prolin, hidroksiprolin oranları da artırıldı [132].

Senteze başlamadan önce sistem (Şekil 3.1) dimetil formamit (DMF) ile yıkanıp kalibre edilerek hazır hale getirildi. Peptit dizisinin sentezi için gerekli kimyasalların miktarları PepDriver programı ile belirlenerek, peptit zincirinin üzerinde büyüyeceği katı faz olan Fmoc-Wang-Gly resin, ana çözelti olarak DMF, yıkamalar için diklormetan (DCM), aktivatörler, aktivatör bazlar, DMF içinde çözüldürülüp Fmoc korumalı aminoasitler ve deprotection (%20 piperidin) çözeltisi cihaza yerleştirilerek sentez gerçekleştirildi. Elde edilen çözelti, manuel olarak cleavage işlemine tabi tutulup peptit katı fazdan ayrılarak kurutuldu. Sentezlenmiş olan peptitler kütle spektrofotometresi ve HPLC ile analiz edildi. Peptitlerin amino asit yapısı Tablo 3.1’ de görülmektedir.



Şekil 3.1 Mikrodalga destekli peptit sentez cihazı

Sentezlenmiş olan her bir peptit, ayrı ayrı bir karışım oluşturacak şekilde kütlece %2.5-5-10 oranlarında alınarak jelatin ile karıştırıldı. Elde edilen karışımların kalite testleri yapıldı. Bu testlerde vizkozite, bloom, iletkenlik, pH, izo-elektrik nokta parametreleri üç tekrarlı olarak incelendi [142].

Tablo 3.1 Sentezlenen peptitlerin aminoasit dizilimi

	SİĞİR	BALIK	DOMUZ
	A L A	G L Y	G L Y
	P R O	P R O	P R O
	H Y P	G L U	H Y P
	G L Y	H Y P	G L Y
	A R G	G L Y	A R G
	I L E	A L A	A L A
	G L Y	A R G	G L Y
	P R O	G L Y	P R O
	H I S	L Y S	H I S
	G L U	V A L	G L U
	S E R	G L Y	S E R
	G L Y	A L A	L E U
	T Y R	H Y L	V A L
	V A L	G L Y	I L E
	P R O	L Y S	P R O
	G L Y	H I S	G L Y
	A S P	G L Y	A S P
	M E T	G L U	A L A
	G L Y	A L A	G L Y
	T H R	G L Y	T H R
	P H E	A S P	P H E
	G L Y	S E R	G L Y
	G L U	G L Y	G L U
	H Y P	P R O	H Y P
	G L Y	T H R	G L Y
	L Y S	L E U	L Y S
	A L A	G L Y	A L A
	H Y P	P R O	H Y P
	P R O	H Y P	P R O
	G L Y	G L Y	G L Y

3.2.2 Hidrolizat-Jelatin Karışımının Hazırlanması

Kolajen hidrolizat kütlece %2.5-5-10 oranlarında standart sığır jelatini ile karıştırıldı. Oluşan karışımlardan %6.67' lik çözeltiler hazırlandı. Hidrolizat-jelatin karışımlarının kalite testleri (viskozite, bloom, pH, iletkenlik, izo elektrik nokta) (Şekil 3.2) üç tekrarlı olarak yapıldı [142].



Şekil 3.2 Hidrolizat-jelatin karışımında viskozite tayini

3.2.3 Kıvam Arttırıcılar-Jelatin Karışımlarının Hazırlanması

Kıvam arttırıcı özelliği olan karagenan, gum arabic, CMC, pektin, modifiye patates nişastası, kitosan, keçiboynuzu gamı ve ksantam gum' ın her biri ayrı ayrı ticari jelatinle kütlece %2.5-5-10 oranlarında karıştırıldı ve deionize su kullanılarak %6.67' lik çözeltiler hazırlandı. Elde edilen karışımlara ait kalite parametreleri; vizkozite, bloom (Şekil 3.3), iletkenlik, pH, izo-elektrik nokta üç tekrarlı olacak şekilde incelendi [142].



Şekil 3.3 Kıvam arttırıcılar-jelatin karışımı bloom ölçümü

3.2.4 Meyve Suyunda Durultma İşlemi

Taze elmalar deiyonize su ile yıkandı ve 10 mm çapında küçük parçalara ayrıldı. Elma suyu, presleme yöntemi ile elde edildi. Peptit-jelatin karışımları ile hidrolizat-jelatin karışımları ayrı ayrı 5mg/10 ml olarak elma suyuna eklendi. 5000 rpm' de 1 dk. santrifüj edildi. Renk ve berraklık parametreleri, spektrofotometrik metot kullanılarak analiz edildi [52]. UV spektrofotometresi (Agilent, ABD) (Şekil 3.3) kullanılarak 440 nm ve 625 nm dalga boylarında %T sonuçları alındı [53], [54].

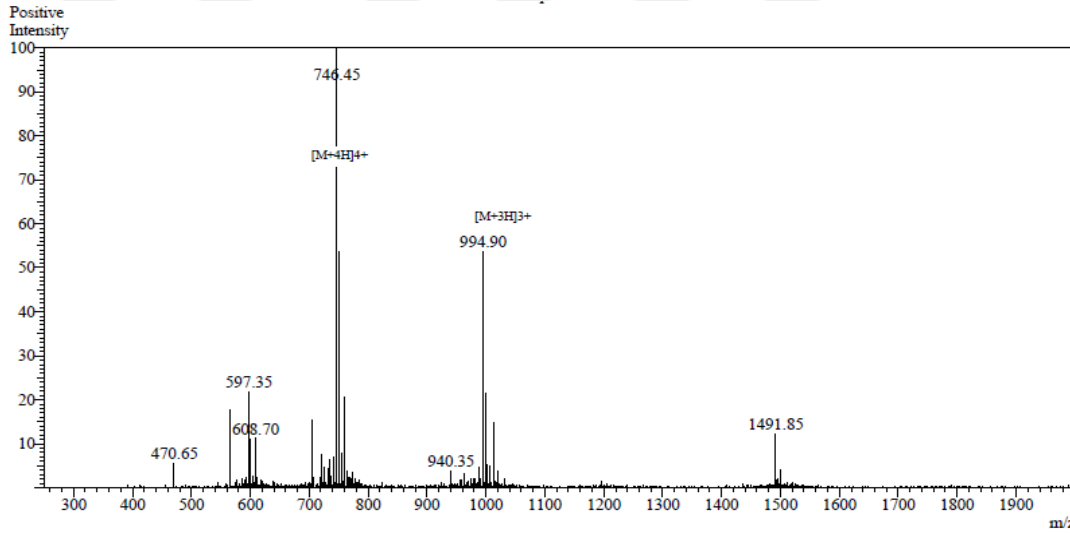


Şekil 3.4 Renk ve berraklık testlerinin yapıldığı UV cihazı

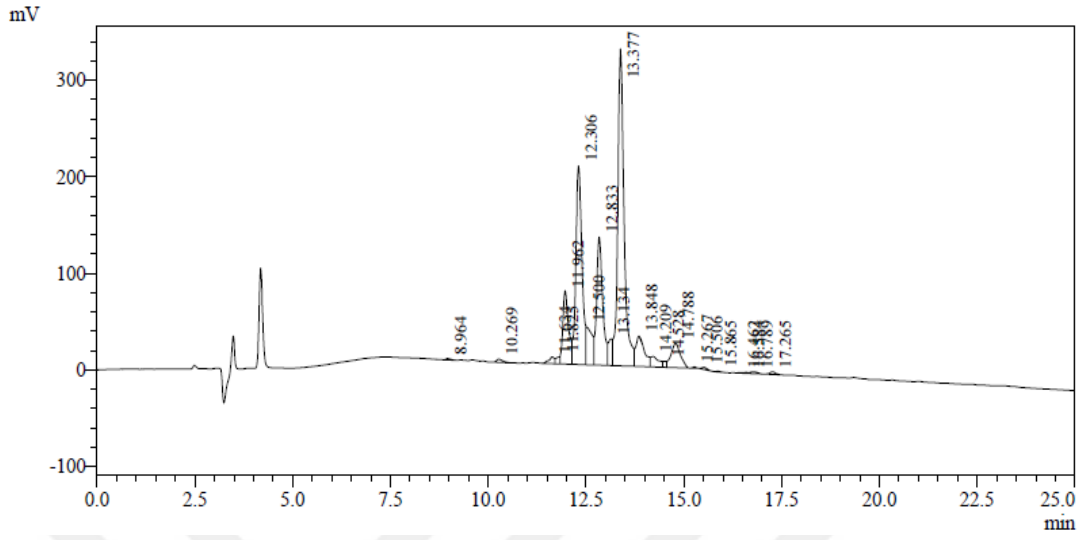
Kıvam arttırıcılardan oluşan karışımların her biri de ayrı ayrı 5mg/10 ml olacak şekilde elma suyuna eklendi. 5000 rpm'de 1 dk. santrifüj edildi. Elde edilen ürünün %T değerleri UV 440 nm ve 625 nm dalga boylarında tespit edildi [53], [54].

4.1 Sentezlenen Peptitlerin Kalite Testleri

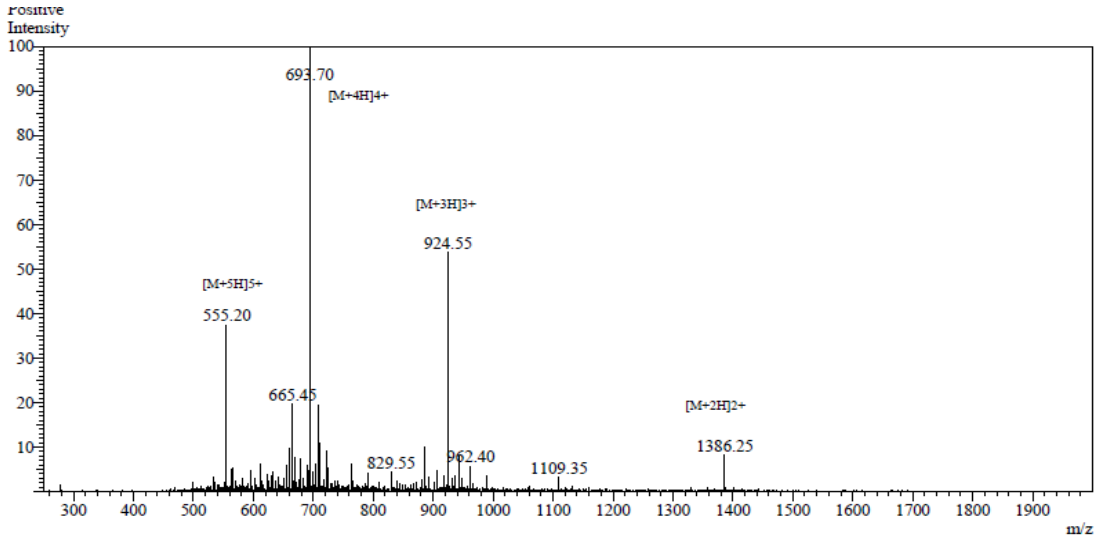
Sığır, balık ve domuzdan elde edilen jelatinlerin aminoasit yapısı temel alınarak sentezlenen peptitlerin kalite testleri yapıldı. Bu amaçla, sentezlenen her bir peptitin HPLC ve kütle spektrometresi sonuçları Şekil 4.1-4.2-4.3-4.4-4.5-4.6' da gösterilmektedir.



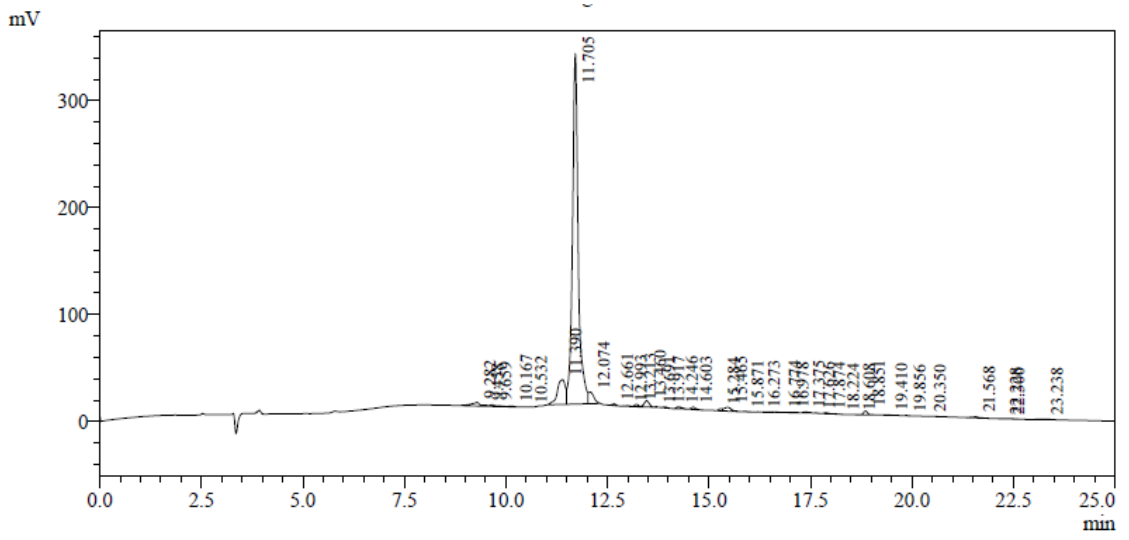
Şekil 4.1 Sığırdan üretilen jelatinin aminoasit yapısı temel alınarak sentezlenen peptitin kütle spektrofotometresi sonucu



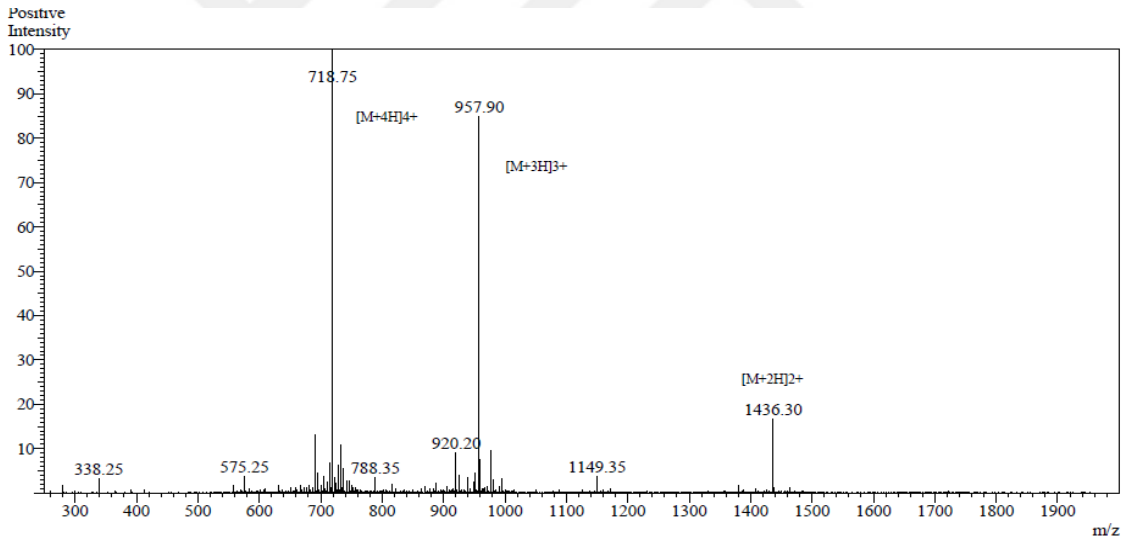
Şekil 4.2 Sığırdan üretilen jelatinin aminoasit yapısı temel alınarak sentezlenen peptitin HPLC sonucu



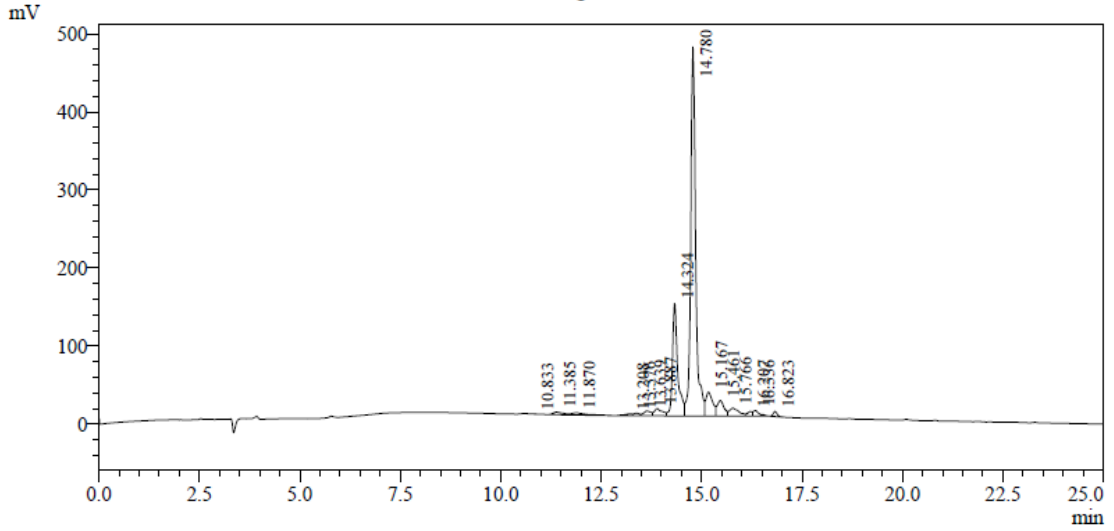
Şekil 4.3 Balıktan üretilen jelatinin aminoasit yapısı temel alınarak sentezlenen peptitin kütle spektrofotometresi sonucu



Şekil 4.4 Balıktan üretilen jelatinin aminoasit yapısı temel alınarak sentezlenen peptitin HPLC sonucu



Şekil 4.5 Domuzdan üretilen jelatinin aminoasit yapısı temel alınarak sentezlenen peptitin kütle spektrofotometresi sonucu



Şekil 4.6 Domuzdan üretilen jelatinin aminoasit yapısı temel alınarak sentezlenen peptidin HPLC sonucu

Sığırdan elde edilen jelatin örnek alınarak sentezlenen peptidin LC-MS/MS sonuçları incelendiğinde teorik olarak 2770 Da olması beklenen peptit kütle spektrofotometresi ile doğrulanmıştır. Balık elde edilen jelatin örnek alınarak sentezlenen peptidin LC-MS/MS sonuçları incelendiğinde 2981 Da olarak hesaplanan kütle doğrulanmış, domuzdan elde edilen jelatin örnek alınarak sentezlenen peptidin sonuçları incelendiğinde ise 2871 olarak hesaplanan kütesinin LC-MS/MS ile doğrulandığı görülmektedir. Ayrıca Hplc sonuçları da peptitleri doğrulamakta ve istenilen peptitlerin sentezlendiğini göstermektedir.

4.2 Sentezlenen Peptitler ile Elde Edilen Karışımların Kalite Testleri

Sığır, balık ve domuz jelatinin aminoasit yapısı esas alınmış olan ve bu yapıya fonksiyonellik kazandırmak amacıyla negatif yüklü partiküllerin daha fazla tutulması amacıyla lizin ve arginin aminoasidince zenginleştirilerek sentezlenen peptitlerin kalite parametreleri incelendi. Bu amaçla; sentezlenmiş olan peptitler sırayla kütlece %2.5, 5 ve 10 oranlarında alınarak standart jelatin ile karıştırıldı. Elde edilen karışımların kalite test sonuçları [1], [3], [4], [6], [103], Tablo 4.1' de sunulmuştur.

Tablo 4.1 Sentezlenen peptit ve jelatin karışımların kalite parametreleri

Peptit	%	Viskozite (m Pa/sn)	Bloom	İletkenlik (ms/cm)	pH	İzo Elektrik Nokta
Jelatin	100	4.21±1.26 ^f	243±1.24 ^d	2530±1.27 ^b	5.18±0.02 ^{de}	4.86±1.12 ^d
SP*	2.5	4.09±1.32 ^a	238±1.21 ^c	2687±1.87 ^d	5.17±0.01 ^{cd}	4.94±1.10 ^c
SP*	5	4.03±1.27 ^a	227±1.56 ^b	2693±2.01 ^a	5.2±0.02 ^{ab}	5.02±1.14 ^b
SP*	10	3.49±1.52 ^c	214±1.84 ^a	2737±1.98 ^g	5.21±0.01 ^{ab}	5.11±1.21 ^a
DP	2.5	4.07±1.28 ^a	238±1.74 ^c	2691±1.58 ^a	5.17±0 ^c	4.94±1.17 ^c
DP	5	3.97±1.86 ^d	227±0.98 ^b	2704±1.62 ^f	5.2±0 ^{ab}	5.02±1.20 ^b
DP	10	3.43±1.45 ^b	214±1.12 ^a	2753±1.65 ^h	5.21±0.01 ^a	5.11±1.19 ^a
BP	2.5	4.06±1.22 ^a	238±0.95 ^c	2678±1.24 ^a	5.17±0.02 ^{cd}	4.94±1.13 ^c
BP	5	3.99±1.24 ^{de}	227±0.76 ^b	2699±1.32 ^e	5.2±0.01 ^{ab}	5.02±1.12 ^b
BP	10	3.49±1.31 ^{bc}	214±1.21 ^a	2790±1.44 ⁱ	5.21±0 ^{ab}	5.11±1.25 ^a

SP*: Sığırdan üretilen jelatinin aminoasit yapısı temel alınarak hazırlanan peptit

DP*: Domuzdan üretilen jelatinin aminoasit yapısı temel alınarak hazırlanan peptit

BP*: Balıktan üretilen jelatinin aminoasit yapısı temel alınarak hazırlanan peptit

** Aynı sütundaki farklı küçük harflere sahip değerler önemli ölçüde farklıdır (P < 0.05).

Tablo 4.1 incelendiğinde; sentezlenen her bir peptit ile standart jelatin karışımlarının kalite özellikleri; peptit çeşidi değişmesine karşın bloom, viskozite, pH, iletkenlik ve izoelektrik noktadaki değişimlerin istatistiksel açıdan önemli bir seviyede olduğu gözlemlendi (P<0.05). pH değerlerinde belirgin bir değişim olmazken; iletkenlik ve izoelektrik noktada, karışım oranı arttıkça gözlenen yükselmenin önemli olabileceği düşünülmektedir. Viskozite ve bloom değerlerinin karışımdaki peptit oranı ile ters orantılı olarak değiştiği gözlenmektedir.

4.3 Kolajen Hidrolizat-Jelatin Karışımı Kalite Testleri

Kolajen hidrolizat %2.5, 5 ve 10 oranlarında standart jelatin ile karıştırıldı. Elde edilen karışımlara ait kalite değerlerindeki [1], [3], [4], [6], [103] değişimler Tablo 4.2' de özetlenmektedir.

Tablo 4.2 Hidrolizat-jelatin karışımlarının kalite testleri

%	Vizkozite (m Pa/sn)	Bloom	İletkenlik (ms/cm)	pH	İzo Elektrik Nokta
Jelatin	4.21±0.01 ^d	243±1.00 ^d	2531±1.16 ^a	5.18±0.01 ^a	4.86±0.00 ^a
2.5	4.15±0.87 ^c	238±1.12 ^c	2620±0.89 ^c	5.17±0.00 ^a	4.94±1.21 ^b
5	4.07±0.95 ^b	227±1.25 ^b	2640±0.87 ^b	5.20±0.01 ^b	5.02±1.23 ^c
10	3.61±0.98 ^a	214±0.98 ^a	2690±0.94 ^d	5.21±0.01 ^b	5.11±1.36 ^d

* Aynı sütundaki farklı küçük harflere sahip değerler önemli ölçüde farklıdır (P < 0.05).

Tablo 4.2 incelendiğinde; jelatin-hidrolizat karışımlarında izo-elektrik nokta ve pH değerleri hidrolizat miktarı arttıkça hafif bir artış gösterirken, iletkenlik değeri önemli oranda artarken, viskozite ve bloom değerlerinin karışımdaki hidrolizat miktarı arttıkça hem istatistiksel (P<0.05) hem de oransal olarak belirgin bir şekilde azalma gösterdiği tespit edildi.

4.4 Kıvam Arttırıcılar-Jelatin Karışımının Kalite Testleri

Kıvam arttırma özelliğine sahip karagenan, gum arabic, CMC, pektin, modifiye patates nişastası, kitosan, keçiyoynuzu gamı ve ksantam gum ile ticari jelatinin %2.5-5-10 oranlarında karıştırılması ile elde edilen karışımların kalite testleri [1], [3], [4], [6], [103] üç tekrarlı olarak yapıldı. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.3' de gösterilmektedir.

Tablo 4.3 Kıvam arttırıcılar-jelatin karışımlarının kalite testleri

Bileşen	%	Vizkozite (m Pa/sn)	Bloom	İletkenlik (ms/cm)	pH	İzo-Elektrik Nokta
Jelatin	100	4.21±0.85 ^{abc}	243±1.03 ^{ghi}	2530±7.0 ^r	5.18±0.05 ^a	4.86±0.01 ^{abc}
CMC	5	24±0.83 ^j	206±1.11 ^{cde}	2363±5.0 ^o	5.46±0.05 ^{bcd}	4.88±0.01 ^{abcd}
CMC	10	24+ ^j	202±1.19 ^{cd}	2223±8.0 ⁿ	5.48±0.04 ^{bcd}	4.81±0.02 ^{ab}
CMC	20	24+ ^j	172.3±0.98 ^b	2199±22.0 ^m	5.51±0.02 ^{bcd}	4.78±0.01 ^a
Ksantam Gum	2.5	9.70±0.97 ^g	246.6±0.96 ^{hi}	1860±3.0 ^a	5.49±0.03 ^{bcd}	5.39±0.98 ^{abcde}
Ksantam Gum	5	10.8±0.78 ^h	195.8±0.92 ^c	1914±3.0 ^b	5.46±0.02 ^{bcd}	5.54±0.03 ^e
Ksantam Gum	10	10.8±0.73 ^h	195.8±0.88 ^c	1936±2.0 ^c	5.45±0.03 ^{bc}	5.57±0.03 ^e
Keçi Boynuzu G	2.5	7.75±0.86 ^e	228.7±0.89 ^{fgh}	2172±2.0 ^l	5.49±0.03 ^{bcd}	5.47±0.05 ^{cde}
Keçi Boynuzu G	5	5.90±0.85 ^d	199.8±1.01 ^{cd}	2140±4.0 ^{jk}	5.53±0.02 ^{bcd}	5.51±0.02 ^{de}
Keçi Boynuzu G	10	7.60±0.96 ^e	132.7±0.56 ^a	2125±4.0 ^{hi}	5.53±0.04 ^{bcd}	5.32±0.02 ^{abcde}
Gum Arabik	2.5	4.08±0.75 ^{ab}	223.9±0.62 ^{efg}	2150±3.0 ^k	5.48±0.02 ^{bcd}	5.42±0.01 ^{bcde}
Gum Arabik	5	3.88±1.10 ^{ab}	216.9±0.69 ^{def}	2225±2.0 ⁿ	5.45±0.02 ^{bc}	5.52±0.01 ^e
Gum Arabik	10	4.08±1.12 ^{ab}	194.5±0.53 ^c	2236±6.0 ⁿ	5.49±0.02 ^{bcd}	5.41±0.06 ^{abcde}
Pektin	2.5	4.50±0.97 ^{bc}	225.8±0.82 ^{efg}	2131±5.0 ^{hij}	5.48±0.03 ^{bcd}	5.43±0.04 ^{bcde}
Pektin	5	7.28±0.92 ^e	220.4±0.72 ^{def}	2103±4.0 ^{fg}	5.48±0.03 ^{bcd}	5.50±0.09 ^{de}
Pektin	10	11.8±0.83 ⁱ	201.4±0.63 ^{cd}	2116±5.0 ^{gh}	5.40±0.02 ^b	5.30±0.07 ^{abcde}
Karragenan	2.5	4.24±0.59 ^{abc}	233.3±0.59 ^{fghi}	2390±3.0 ^p	5.56±0.03 ^{cd}	5.35±0.06 ^{abcde}
Karragenan	5	4.08±0.61 ^{abc}	250.8±0.6 ⁱⁱ	2582±3.0 ^s	5.56±0.03 ^{cd}	5.41±0.03 ^{abcde}
Karragenan	10	4.93±0.73 ^c	283.3±0.68 ^j	2576±6.0 ^s	5.57±0.04 ^{cd}	5.70±0.07 ^e
P. Nişastası	2.5	8.69±0.88 ^f	228.9±0.63 ^{fgh}	2092±1.0 ^f	5.59±0.03 ^d	5.46±0.08 ^{cde}
P. Nişastası	5	4.22±0.95 ^{abc}	223.3±0.72 ^{efg}	2041±4.0 ^e	5.47±0.05 ^{bcd}	5.49±0.03 ^{cde}
P. Nişastası	10	4.36±1.01 ^{abc}	214.7±0.69 ^{cdef}	2024±5.0 ^e	5.49±0.06 ^{bcd}	5.35±0.02 ^{abcde}
Kitosan	2.5	4.51±0.66 ^{bc}	219.6±0.59 ^{def}	1841±3.0 ^a	5.56±0.12 ^{cd}	5.42±0.03 ^{def}
Kitosan	5	3.60±0.63 ^a	214.7±0.72 ^{cdef}	1973±4.0 ^d	5.49±0.08 ^{bcd}	5.55±0.07 ^{cdef}
Kitosan	10	3.65±0.84 ^a	217.5±0.76 ^{def}	1958±1.0 ^d	5.80±0.03 ^e	5.54±0.07 ^{def}

* Aynı sütundaki farklı küçük harflere sahip değerler önemli ölçüde farklıdır (P < 0.05).

Jelatin ve kıvam arttırıcıların (proteinler ve polisakkaritler) oluşturduğu kompleks yapı, zıt yüklü biyopolimerler arasındaki elektrostatik çekimden kaynaklanan bir tür faz ayrımıdır [35], [36], [37] protein-polisakkarid komplekslerin yapısı ve kararlılıkları; yapı, esneklik ve biyopolimerler yük yoğunluğu, molekül ağırlığı, çözücü kalitesi, pH, iyonik güç, protein-polisakkarit molar oranı, toplam biyopolimer konsantrasyonu, termodinamik özellikler vb. farklı parametrelere bağlıdır [35], [36], [38], [39], [40], [41]. Ayrıca karboksil grubunun bağlanması,

proteinin amin grubuna ve pH' a bağlıdır [42]. Tüm karışımlar incelendiğinde iletkenlik, pH ve izoelektrik noktada bileşen türünün değişmesine ve oranının artmasına bağlı olarak pozitif veya negatif ilişkili istatistiksel açıdan önemli ($P<0.05$) bazı değişimler görülmüştür. CMC, jelatin karışımlarında CMC oranı arttıkça bloom değeri birleşim oranı artışına bağlı olarak düşerken viskozite değeri çok hızlı bir şekilde yükselmiştir. Ksantam gum karışımlarında birleşim oranı arttıkça bloom değeri hızlı düşerken viskozite yaklaşık iki katına kadar artış göstermiştir. Keçi boynuzu gamı karışımında bloom değeri bir miktar düşerken viskozite artmıştır. Gum arabik, pektin, nişasta ve kitosan karışımlarında karışım oranı arttıkça bloom değeri düşerken viskozitede büyük değişimler olmamıştır. Karragenan karışımlarında viskozite değerlerinde büyük bir değişim olmazken bloom değerinde yükselme gerçekleşmiştir.

4.5 Sentezlenen Peptit-Jelatin Karışımlarının Elma Suyu Durultma Prosesinde Kullanımı

Sentezlenen 3 farklı peptitin her biri, jelatin ile kütlece %2.5, 5 ve 10 oranlarında ayrı ayrı karışım oluşturacak şekilde karıştırıldı. Uygulanan durultma işlemi sonrası elma suyunda yapılan berraklık testi sonuçları Tablo 4.4' de yer almaktadır.

Tablo 4.4 Sentezlenen peptitler ve jelatin karışımlarının elma suyu durultma işleminde kullanımı berraklık sonuçları

Ürün	Oran (%)	Bulanıklık Değeri	
		T _(440nm) %	T _(625nm) %
Jelatin	100	90.52±1.01 ^b	94.95±1.02 ^a
SP*	2.5	92.71±0.98 ^d	96.76±0.95 ^d
SP*	5	93.66±0.96 ^a	96.55±0.98 ^d
SP*	10	94.05±0.98 ^f	96.87±0.85 ^g
DP*	2.5	93.68±1.12 ^a	95.11±1.24 ^b
DP*	5	93.76±1.02 ^a	95.78±1.13 ^c
DP*	10	94.33±1.15 ^g	96.22±1.17 ^f
BP*	2.5	92.44±1.25 ^c	94.79±1.25 ^{ab}
BP*	5	93.11±1.29 ^e	95.46±1.21 ^e
BP*	10	93.69±1.15 ^a	95.98±1.28 ^c

SP*: Sığırdan üretilen jelatinin aminoasit yapısı temel alınarak hazırlanan peptit

DP*: Domuzdan üretilen jelatinin aminoasit yapısı temel alınarak hazırlanan peptit

BP*: Balıktan üretilen jelatinin aminoasit yapısı temel alınarak hazırlanan peptit

* Aynı sütündeki farklı küçük harflere sahip değerler önemli ölçüde farklıdır (P < 0.05).

Tablo 4.4' de görüldüğü gibi sadece standart jelatin kullanılarak elde edilen berraklık test sonuçları ile sentezlenen peptitler ile karıştırılarak fonksiyonel özellik kazandırılmış jelatinin berraklık sonuçları değerlendirildiğinde peptit eklenmiş jelatin ile daha berrak bir ürün elde edildiği görülmektedir (P<0.05). Her iki dalga boyunda da ürünün berraklık değerleri yüksektir. Bu da fonksiyonel peptit eklenmesinin durultma prosesinde verim artışına sebep olduğunu göstermektedir. Fonksiyonel peptitin %kütlece miktarı arttırıldığında %T değerlerinde artış gözlenmektedir. Bununla beraber, SP ve DP eklenerek elde edilen karışımın durultmaya etkisi BP eklenerek elde edilen karışımın etkisinden fazladır. SP ve DP ile yapılan karışımın etkileri birbirine yakındır.

4.6 Hidrolizat-Jelatin Karışımlarının Elma Suyu Durultma Prosesinde Kullanımı

Kolajen hidrolizat kütlece %2.5, 5 ve 10 oranlarında standart jelatin ile karıştırılarak elma suyu durultma prosesinde kullanıldı. Prosesin verimliliği bulanıklık testleri [53], [54] ile ölçüldü. Sonuçlar Tablo 4.5' de yer almaktadır.

Tablo 4.5 Hidrolizat-jelatin karışımlarının elma suyu durultma işleminde kullanımı berraklık sonuçları

Ürün	Oran (%)	Bulanıklık Değerleri	
		T _(440nm) %	T _(625nm) %
Jelatin	100	90.52±0.98 ^a	94.95±0.78 ^a
Hidrolizat-Jelatin	2.5	90.55±0.95 ^a	94.67±0.82 ^a
	5	90.48±0.85 ^b	94.96±0.79 ^a
	10	90.61±0.84 ^c	95.35±0.93 ^b

* Aynı sütundaki farklı küçük harflere sahip değerler önemli ölçüde farklıdır (P < 0.05).

İki Polielektrolit sistem olan protein-protein sistemler güçlü bir şekilde pH değerinden etkilendiği [49] için her iki protein arasında oluşan sistem, elma suyu gibi asidik bir ortamda yapısal olarak değişim gösterebilmektedir.

Hidrolizat-jelatin karışımlarının elma suyunda durultma prosesinde kullanımında elde edilen bulanıklık değerleri (%T_{440nm} ve %T_{625nm}) değerleri incelendiğinde; %T_{440nm} sonuçlarının sadece jelatin kullanıma göre istatistiksel olarak (P<0.05) anlamlı bir artış gösterirken, %T_{625nm} değerlerinin istatistiksel olarak (P<0.05) anlamlı bir artış göstermediği tespit edildi. Sonuçlara göre; hidrolizat kullanımı ile fonksiyonel özellik kazandırılmış olan jelatinin elma suyu durultma işleminde verimin artmasına yol açtığı görüldü. Öte yandan, karışımlarda hidrolizat %kütle miktarının artması %T değerine anlamlı bir katkı sağlamadığı tespit edildi. Bu sonuçtan yola çıkılarak, standart jelatine kütlece az miktarda hidrolizat eklenmesinin durultma işleminde verimin arttırılmasına yeteceği kanısına varıldı. Bu durum hidrolizat ile jelatinin moleküler boyutlarındaki farklılıktan kaynaklanabilmektedir [50] zira hidrolizat, jelatine göre daha küçük moleküler yapıya sahiptir [11] ve eklendiği ortamda globüler protein jelin sadece jelatin eklenmesine kıyasla kabalaşmasına neden olmamaktadır [50].

4.7 Kıvam Arttırıcılar-Jelatin Karışımlarının Elma Suyu

Durultma Prosesinde Kullanımı

Jelatine, fonksiyonel özellik kazandırılması amacıyla kıvam arttırma özelliğine sahip karagenan, gum arabic, karboksi metil selüloz (CMC), pektin, modifiye patates nişastası, kitosan, keçiyoynuzu gamı ve ksantam gumun her biri ayrı ayrı jelatinle kütlece %2.5-5-10 olacak şekilde karıştırıldı. Karışımlar elma suyu

durutma prosesinde kullanılarak berraklık testi [53], [54] uygulandı. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.6’ da özetlenmektedir.

Tablo 4.6 Kıvam arttırıcılar-jelatin karışımlarının elma suyu durultma işleminde kullanımı berraklık sonuçları

Bileşen	Oran (%)	Bulanıklık Değerleri	
		T _(440nm) %	T _(625nm) %
Jelatin	100	90.52±0.78 ^f	94.95±0.72 ^f
CMC	2.5	90.43±0.89 ^f	95.64±0.85 ^{hi}
CMC	5	91.15±0.87 ^{gh}	94.76±0.72 ^d
CMC	10	91.77±0.98 ⁱ	94.45±0.73 ^c
Ksantam Gum	2.5	87.41±0.85 ^b	95.34±0.83 ^g
Ksantam Gum	5	88.71±0.75 ^c	94.89±0.95 ^{ef}
Ksantam Gum	10	84.55±0.65 ^a	92.32±0.83 ^a
Keçi Boynuzu Gamu	2.5	93.31±0.81 ^m	96.05±0.86 ^{kl}
Keçi Boynuzu Gamu	5	94.14±0.79 ^o	95.88±0.82 ^j
Keçi Boynuzu Gamu	10	94.56±0.92 ^p	96.45±0.83 ^m
Gum Arabik	2.5	91.31±0.59 ^{hi}	96.02±0.75 ^{hi}
Gum Arabik	5	91.15±0.91 ^{hi}	95.65±0.73 ^{hi}
Gum Arabik	10	90.26±0.71 ^{ef}	96.43±0.77 ^{ef}
Pectin	2.5	90.01±0.69 ^e	94.92±0.69 ^f
Pectin	5	93.43±0.78 ^m	96.24±0.67 ^e
Pectin	10	91.85±0.73 ^k	95.55±0.82 ^{hi}
Karragenan	2.5	93.57±0.81 ^m	97.15±0.76 ^o
Karragenan	5	92.66±0.92 ^l	95.44±0.72 ^h
Karragenan	10	93.86±0.92 ⁿ	96.81±0.96 ⁿ
P. Nişastası	2.5	91.42±0.82 ^{ij}	95.60±0.89 ^{hi}
P. Nişastası	5	91.62±0.72 ^j	94.77±0.86 ^{de}
P. Nişastası	10	90.84±0.68 ^g	94.83±0.89 ^{ef}
Kitosan	2.5	92.67±0.53 ^e	96.50±0.78 ^m
Kitosan	5	92.46±0.56 ^e	96.12±0.82 ^l
Kitosan	10	89.30±0.74 ^d	93.26±0.78 ^b

* Aynı sütundaki farklı küçük harflere sahip değerler önemli ölçüde farklıdır (P < 0.05).

Tablo 4.6 incelendiğinde; karboksi metil selüloz (CMC)-jelatin karışımlarının sadece jelatin kullanıma göre %T değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark (P<0.05) olduğu tespit edildi, karışımdaki CMC oranı arttıkça %T_{440nm} değerleri artarken, %T_{625nm} değerlerinde azalma olduğu anlaşıldı. ksantam gum-jelatinin %T değerlerinde sadece jelatin kullanımına göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark

($P<0.05$) saptandı. Karışımdaki ksantam gam kütle oranlarındaki artışla birlikte değerlerde azalma gözlemlendi. keçi boynuzu gamı-jelatin karışımlarının %T değerlerinde jelatine oranla istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($P<0.05$) olduğu tespit edilmiş olup değerlerin sadece jelatin kullanıma göre yüksek olduğu görülmüştür. Gam arabik-jelatin karışımı ile jelatinin bulanıklık değerleri arasında anlamlı bir farklılık olduğu ($P<0.05$) tüm kütle oranlarındaki karışımlarda durultma verimliliğinin sadece jelatin kullanıma göre daha yüksek olduğu tespit edildi. Pektin-jelatin karışımlarında sadece jelatin kullanıma kıyasla renk ve berraklık değerlerinin anlamlı bir farklılık gösterdiği ($P<0.05$) anlaşılmıştır. Karagenan-jelatin karışımının kullanımının sadece jelatin kullanıma göre her kütle oranında daha yüksek sonuçlar verdiği görülmüştür. patates nişastası-jelatin karışımının sadece jelatine oranla yüksek sonuçlar verdiği ancak sonuçların nişasta oranının artışı ile azaldığı tespit edilmiştir. kitosan-jelatin karışımının %T değerlerinde artışa neden olduğu ancak kitosan oranının kütleli olarak artmasına bağlı olarak değerlerde azalma olduğu görülmüştür.

Kütleli oran genel olarak jelatin-kıvam arttırıcı kompleks için önemli bir parametredir. Karışımdaki protein ve polisakkarit oranı kritik bir orandır ve kompleksin yük dengesini, etkileşimlerini, yoğunluğunu ve bulk derecesini etkilemektedir [43]. Bunun yanı sıra, bazı kıvam arttırıcı-protein komplekslerinde kütleli oranla durultma derecesi arasında doğru orantılı bir değişim gözlenmemesi bunun kompleksin kütle oranının yanı sıra bir çok parametreden (termodinamik özellikler, pH, yük yoğunluğu, moleküler ağırlık vs.) etkilendiğinden kaynaklanabilmektedir [35], [36], [38], [39], [40], [41].

Çalışmada, özellikle gıda sektöründe pek çok alanda kullanılan jelatine fonksiyonel özellik kazandırılarak elma suyu durultma proses aşamasındaki verime olan etkisi değerlendirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda; sığır, domuz ve balıktan elde edilen jelatinin aminoasit yapısı temel alınarak üç farklı peptit sentezlendi. Bu peptitlere jelatinin floklaşma özelliğini arttırmak amacıyla arjinin ve lizin aminoasitleri [132] eklendi. Sentezlenmiş olan peptitlerin kalite testleri HPLC ve kütle spektrometresi kullanılarak yapıldı. Teorik olarak sırasıyla 2770 Da, 2981 Da, 2871 Da şeklinde hesaplanan molekül ağırlıkları analizlerde doğrulandı, peptitlerin istenilen şekilde sentezlendiği görüldü.

Sentezlenmiş olan peptitlerin (SP, DP, BP) kütlece %2.5, 5 ve 10 oranlarında alınarak elde edilen karışımların kalite testleri (viskozite, bloom, iletkenlik, pH, izo-elektrik nokta) yapıldı. Bu sonuçlara göre; SP-Jelatin karışımı için bloom değerleri sırasıyla şöyleydi: 238 ± 1.21 , 227 ± 1.56 , 214 ± 1.84 . SP-Jelatin karışımı'nın viskozite değerleri karışımdaki peptit oranı arttıkça azalma (4.09 ± 1.32 , 4.03 ± 1.27 , 3.49 ± 1.52) gösterdi. Her iki değerdeki değişimlerin istatistiksel açıdan önemli bir seviyede olduğu ($P < 0.05$) belirlendi. SP-Jelatin karışımının iletkenlik, pH ve izo elektrik nokta değerlerinde karışım oranı arttıkça yükselmeler gözlemlendi. DP-jelatin karışımı bloom değerleri 238 ± 1.74 , 227 ± 0.98 , 214 ± 1.12 şeklindeydi. Karışımın viskozite (4.07 ± 1.28 , 3.97 ± 1.86 , 3.43 ± 1.45) ve bloom değerleri ticari jelatine göre düşük olup karışım oranı arttıkça azalma gösterdi. DP-jelatin karışımı iletkenlik, pH ve izoelektrik nokta değerleri karışım oranıyla doğru orantılı olarak artış gösterdi. BP-jelatin karışımı bloom (238 ± 0.95 , 227 ± 0.76 , 214 ± 1.21) ve viskozite (4.06 ± 1.22 , 3.99 ± 1.24 , 3.49 ± 1.31) değerleri yalnız ticari jelatinin değerlerine kıyasla düşük olduğu saptandı. BP-jelatin karışımlarının iletkenlik, pH ve izoelektrik nokta parametrelerinde peptit oranı arttıkça artış gözlemlendi. Tüm peptit-jelatin karışımlarındaki değerlerin değişimleri istatistiksel açıdan önemli bir seviyede olduğu gözlemlendi ($P < 0.05$).

Ticari jelatin ile kolajen hidrolizat %2.5-5-10 oranlarında karıştırılarak elde edilen karışımların kalite testleri (viskozite, bloom, pH, iletkenlik, izo elektrik nokta) yapıldı. Karışımın iletkenlik değeri (2620 ± 0.89 , 2640 ± 0.87 , 2690 ± 0.94) hidrolizat oranı arttıkça önemli bir artış gösterirken, pH ve izoelektrik nokta değerlerinde çok belirgin bir değişim gözlenmedi. Viskozite ve bloom değerleri, karışımdaki hidrolizat miktarı arttıkça hem istatistiksel ($P < 0.05$) hem de oransal olarak belirgin bir şekilde azalma gösterdi.

Kıvam arttırıcı özelliği olan karagenan, gam arabik, CMC, pektin, modifiye patates nişastası, kitosan, keçiyoynuzu gamı ve ksantam gum' ın her birinin ayrı ayrı kütlece %2.5-5-10 oranlarında ticari jelatin oluşturdukları karışımların kalite test sonuçları genel olarak incelendiğinde bileşen türü ve oranı değiştikçe iletkenlik, pH ve izoelektrik noktada önemli değişimler gözlemlendi ($P < 0.05$). CMC-jelatin, keçiyoynuzu gamı-jelatin, pektin-jelatin, patates nişastası-jelatin karışımlarında genel olarak kıvam arttırıcı oranı arttıkça bloom, iletkenlik, izoelektrik nokta değerlerinde düşüş olduğu tespit edildi. Ksantam gum-jelatin karışımında viskozite, pH, izoelektrik nokta artarken bloom ve iletkenlik değerlerinde azalma görüldü. Gam arabik-jelatin, karagenan-jelatin ve kitosan-jelatin karışımında pH ve izoelektrik noktada oransal olarak artış tespit edildi.

Fonksiyonellik kazandırılmak amacıyla oluşturulan karışımlara uygulanan dünya standartlarındaki kalite testleri (viskozite, bloom, pH, iletkenlik, izo elektrik nokta) incelendiğinde, sonuçların yenilebilir jelatin değerleri [142] ile uyumlu olduğu tespit edildi .

Sentezlenmiş olan peptitler (SP, DP, BP), kolajen hidrolizat ve kıvam arttırıcılar kütlece belirlenen oranlarda ticari jelatine eklenerek elde edilen karışımlar elma suyu durultma prosesinde kullanıldı. Karışımların elma suyu durultma işlemindeki etkinliğinin belirlenmesinde UV spektrofotometresindeki 440 nm ve 625 nm dalga boylarında %T sonuçlarından yararlanıldı. Sadece jelatin kullanılarak elde edilen bulanıklık değerleri sırasıyla ($\%T_{440nm}$ ve $\%T_{625nm}$) 90.52 ± 1.01 , 94.95 ± 1.02 olarak ölçüldü.

SP-jelatin karışımının $\%T_{440nm}$ sonuçları kütlece oran (%2.5-5-10) sırasıyla; 92.71 ± 0.98 , 93.66 ± 0.96 , 94.05 ± 0.98 , $\%T_{625nm}$ sonuçları kütlece oran sırasıyla; 96.76 ± 0.95 , 96.55 ± 0.98 , 96.87 ± 0.85 olarak ölçüldü. DP-jelatin karışımının oransal

sıra ile %T_{440nm} sonuçları; 93.68±1.12, 93.76±1.02, 94.33±1.15; %T_{625nm} sonuçları; 95.11±1.24, 95.78±1.13, 96.22±1.17 olarak tespit edildi. BP-jelatin karışımının %T_{440nm} sonuçları; 92.44±1.25, 93.11±1.29, 93.69±1.15; %T_{625nm} sonuçları 94.79±1.25, 95.46±1.21, 95.98±1.28 olarak ölçüldü. Sentezlenmiş olan peptitlerin eklendiği karışımların elma suyu durultma prosesinin ardından ölçülen %T_{440nm} ve %T_{625nm} değerleri, yalnız jelatin kullanıma göre hem istatistiksel (P<0.05) hem de oransal olarak yüksek olduğu tespit edildi. Peptitlerden SP ve DP ile hazırlanan karışımın birbirine yakın sonuçlar verirken, BP ile hazırlanan karışımdan daha etkili sonuçlar gösterdiği saptandı. Elde edilen verilerin ticari olarak satışa sunulan elma sularındaki olması beklenen %T değerleri ile örtüştüğü tespit edildi [55]. Ölçülen %T değerlerinden yola çıkılarak, sentezlenmiş olan peptitlerin, elma suyu durultma işleminde jelatinin durultma performansını arttırdığı anlaşılmıştır.

Hidrolizat-jelatin karışımının durultma prosesinde kullanımı sonrası elma suyunun %T_{440nm} değerleri; 90.55±0.95, 90.48±0.85, 90.61±0.84; %T_{625nm} değerleri; 94.67±0.82, 94.96±0.79, 95.35±0.93 olarak ölçüldü. Sonuçlar incelendiğinde %T_{440nm} değerlerinin sadece jelatin kullanıma göre istatistiksel olarak (P<0.05) anlamlı bir artış gösterirken, %T_{625nm} değerlerinin istatistiksel olarak (P<0.05) anlamlı bir artış göstermediği tespit edildi. Ancak sonuçlar kütle miktarıyla doğru orantılı olarak anlamlı bir artış göstermemektedir, bu da hidrolizat miktarının artırılmasının durultmaya etkisi üzerine önemli bir katkı sağlamadığı kanısını doğurmaktadır. Jelatinin elma suyu durultma işlemindeki veriminin artırılmasında hidrolizatın moleküler yapısının önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir [50]. Sonuç olarak; durultma prosesinde hidrolizat kullanımının durultma prosesindeki jelatin performansını arttırdığı anlaşılmıştır.

Kıvam arttırıcı-jelatin karışımlarının kütle oran artışı sırasıyla %T değerleri şu şekilde tespit edildi; CMC-jelatin %T_{440nm} değerleri: 90.43±0.89f, 91.15±0.87gh, 91.77±0.98j, %T_{625nm} değerleri: 95.64±0.85hi, 94.76±0.72d, 94.45±0.73c; keçiyoynuzu gamı-jelatin %T_{440nm} değerleri: 93.31±0.81, 94.14±0.79, 94.56±0.92p, %T_{625nm} değerleri: 96.05±0.86, 95.88±0.82, 96.45±0.83m; gam arabik %T_{440nm} değerleri: 91.31±0.59hi, 91.15±0.91hi, 90.26±0.71ef, %T_{625nm} değerleri: 96.02±0.75hi, 95.65±0.73hi, 96.43±0.77; pektin-jelatin karışımının %T_{440nm} değerleri: 90.01±0.69e, 93.43±0.78m, 91.85±0.73k, %T_{625nm} değerleri:

94.92±0.69f, 96.24±0.67e, 95.55±0.82hi; karagenan-jelatin karışımlarının %T_{440nm} değerleri; 93.57±0.81m, 92.66±0.92l, 93.86±0.92n, %T_{625nm} değerleri: 97.15±0.76o, 95.44±0.72h, 96.81±0.96n; patates nişastası-jelatin karışımının %T_{440nm} değerleri: 91.42±0.82ij, 91.62±0.72j, 90.84±0.68g, %T_{625nm} değerleri: 95.60±0.89hi, 94.77±0.86de, 94.83±0.89ef; kitason-jelatin karışımının %T_{440nm} değerleri: 92.67±0.53e, 92.46±0.56e, 89.30±0.74d, %T_{625nm}: 96.50±0.78m, 96.12±0.82l, 93.26±0.78b olduğu tespit edildi. Sonuçlar incelendiğinde; keçiyoynuzu gamı, gam arabik, pektin, karagenan, patates nişastası ve kitosan ile hazırlanmış olan karışımların kullanımının ardından ölçülen %T değerlerinde sadece jelatin kullanımına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların (P<0.05) olduğu ve durultma işleminde verimin jelatin kullanıma göre arttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, gam arabik, patates nişastası ve kitosan karışımlarında %T değerlerindeki artışın kıvam arttırıcıların kütsel oranı ile ters orantılı olduğu saptanmıştır. CMC-jelatin karışımında %T_{440nm} değerleri artarken, %T_{625nm} değerlerinde azalma olduğu, CMC' nin elma suyunun rengindeki performansı arttırdığı anlaşıldı. ksantam gum-jelatinin kullanımı durultma prosesinde herhangi bir verim artışına neden olmamıştır.

Literatür incelendiğinde [31], [32], [33], [34], [44], [45], [46], [47] jelatinin gıda ve gıda dışında pek çok uygulamada kullanıldığı ancak meyve suyu durultma ve jelatine fonksiyonel özellik kazandırma ile araştırmaların sınırlı olduğu tespit edildi. Hali hazırda yapılmış olan çalışma ile jelatine fonksiyonel bir özellik kazandırıldığı, elma suyunun en önemli parametresi olan berraklaştırma aşamasında [55] kullanılan jelatinin veriminin arttırıldığı saptandı. Bu sayede elde edilen fonksiyonel jelatinin, gıda sanayisinde kullanılarak, ticari verimin ve kalitenin yükseltilebileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak; elma suyunda durultma işleminde durultma ajanı olarak kullanılan jelatine fonksiyonel özellik kazandırmak amacıyla üç yöntem geliştirildi. Geliştirilen yöntemler ile jelatinin durultma aşamasındaki verimi arttırıldı. Jelatine kazandırılan bu fonksiyonel özellik ile jelatinin sanayi uygulamalarında verim artışı sağlayacağı, elma suyu dışında meyve suyu sektöründe kullanılabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte; yapılan çalışma göstermiştir ki; bazı kıvam arttırıcıların özellikle ksantam gum, karagenan, CMC' nin, jelatinin karakteristik

özelliklerinde ciddi bir değişim oluşturmaksızın, oluşturacağı jellerdeki viskoziteyi önemli ölçüde arttırarak bu ürünlerle yapılacak jelatin karışımlarına fonksiyonel bir özellik kazandıracaağı anlaşılmıştır. Jelatinin, ksantam gam, CMC gibi kıvam arttırıcılarla çok düşük miktarlardaki karışımlarında bile viskozitesinde %100-400 oranında bir artış olduğu görülmüştür. Bu sayede, jelatinin elma suyundan başka alanlarda da proses gereksinimlerine uygun olacak şekilde geniş bir kullanım alanı bulacağı ön görülmektedir. Zira viskozite artışının pastacılık, şekerleme, reçel, marmelat gibi gıda ürünlerinin üretiminde sağlayacağı fayda düşünülürse çok önemli sonuçların elde edildiği düşünölmektedir. Bunun yanı sıra jelatin kapsül üretiminde gerekli olan yüksek viskoziteye sahip madde ihtiyacına farklı bir çözüm olacağı görülmektedir. İlerleyen çalışmalarda, jelatinin diğer kıvam arttırıcılarla yapacakları komplekslerin farklı ürün ve prosesler üzerine etkilerinin araştırılması gerektiği öngörülmektedir. Bununla birlikte, çalışmada sentezlenen peptidlere benzer peptit dizilerinin biyoteknolojik yöntemlerle, özellikle jelatin üretiminde çıkan atıklar değerlendirilerek daha ucuz ve hızlı bir şekilde sanayi ölçeğinde üretimi ile ilgili pilot çalışmaların yapılması doktora sonrası çalışmalar kapsamında planlanmaktadır.

- [1] A. G. Ward, and A. Courts, *The Science and Technology of Gelatin*, New York: Academic Press, 1977.
- [2] I. Steyaert, H. Rahier, S. Vlierberghe, J. Olijve, and K. Clerck, "Gelatin nanofibers: analysis of triple helix dissociation temperature and cold-water-solubility", *Food Hydrocolloids*, vol. 57, pp. 200-208, June 2016.
- [3] R. Schrieber, and H. Gareis, *Gelatine Handbook: Theory and Industrial Practice*, Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2007.
- [4] J. E. F. Reynolds, *Martindale: The Extra Pharmacopoea*, London: Pharmaceutical Press, 1982.
- [5] J. P. Remington, and A. R. Gennaro, *Remington's Pharmaceutical Sciences*, London: Mack Publishing Company, 1990.
- [6] G. O. Phillips, and P. A. Williams, *Handbook of Hydrocolloids*, Cambridge Woodhead Publishing, 2000.
- [7] R. J. A. Bustillos, C. W. Olsen, D. A. Olson, B. Chiou, E. Yee, P. J. Bechtel, and T. H. McHugh, "Water vapor permeability of mammalian and fish gelatin films", *Journal of Food Sci.*, vol. 71, no 4, pp. 202-207, May 2006.
- [8] M. C. Gomez-Guillen, M. Ihl, V. Bifani, A. Silva, and P. Montero, "Edible films made from tuna fish gelatin with antioxidant extracts of two different murta ecotypes leaves (*Ugni molinae Turcz*)", *Food Hydrocolloid*, vol. 21, no 7 pp. 1133-1143, October 2007.
- [9] A. A. Mariod, and H. F. Adam, "Gelatin, source, extraction and industrial applications", *ACTA Scientiarum Polonorum Technologia Aliment*, vol. 12, no 2, pp. 135-147, January 2013.
- [10] H. Yetim, "Jelatin Üretimi, Özellikleri ve Kullanımı", 1. Ulusal Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi, Ankara, 239-248, (2011).
- [11] Rousselot Company, URL: <https://www.rousselot.com/products-solutions/rousselot-gelatin/raw-materials-from-nature/>, (Erişim Zamanı; Ocak, 10, 2018).
- [12] R. K. Murray, D. A. Bender, K. M. Botham, P. J. Kennelly, and P. A. Weil, (). *Harper'ın Biyokimyası*, Ankara: Nobel Kitabevi, 2004.
- [13] A. Ghassemian, X. Vila-Farrés, P.F. Alewood, and T. Durek, "Solid phase synthesis of peptide-selenoesters", *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, vol. 21, no. 12, pp. 3473-3478, April 2013.
- [14] O. Kurt, "Çapraz bağlı poli (vinilamin) mikro küreciklerinin hazırlanması ve fosfometillendirilerek şelat yapıcı reçineye dönüştürülmesi, Ms. C. Thesis, Istanbul Technical University, Institute of Science, İstanbul, 2010.

- [15] T. Nuijens, A. Toplak, M. B. A. C. Meulenreek, M. Schmidt, M. Goldbach, and P. J. L. M. Quaedflieg, "Improved solid phase synthesis of peptide carboxyamidomethyl (cam) esters for enzymatic segment condensation", *Tetrahedron Letters*, vol. 57, no. 32, pp. 3635–3638, August 2016.
- [16] R. Ungaro, and E. Dalcanale, *Supramolecular Science; Where It Is and Where It Is Going*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999.
- [17] G. O. Phillips and P. A. Williams, *Handbook of Hydrocolloids*, Cambridge: Woodhead Publishing, 2009.
- [18] D. R. Biswal, and R. P. Singh, "Characterisation of carboxymethyl cellulose and polyacrylamide graft copolymer", *Carbohydrate Polymers*, vol. 57. No 4, pp. 379–387, September 2004.
- [19] F. García-Ochoa, V. E. Santosa, J. A. Casas, and E. Go meza, "Xanthan gum: production, recovery, and properties", *Biotechnology Advances*, vol. 18, no 7, pp. 549-579, November 2000.
- [20] J. Higiro, T. J. Herald, S. Alavi, and S. Bean, "Rheological study of xanthan and locust bean gum interaction in dilute solution: effect of salt", *Food Research International*, vol. 40, no 4, pp. 435–447, May 2007.
- [21] B. H. A. Ali, A. Ziada, and G. Blunden, "Biological effects of gum arabic: a review of some recent research", *Food and Chemical Toxicology*, vol. 47, no 1, pp. 1-8, January 2009.
- [22] D. Mohnen, "Pectin structure and biosynthesis", *Plant Biology*, vol. 11, no 3, pp. 266–277, June 2008.
- [23] Y. Wu, W. Ding, and Q. He, "The Gelation properties of tara gum blended with k-carrageenan or xanthan", *Food Hydrocolloids*, vol. 77, pp. 764-771, April 2018.
- [24] I. Dankar, A. Haddarah, F. E. L. Omar, M. Pujol , and F. Sepulcre, "Characterization of food additive-potato starch complexes by FTIR and X-ray diffraction", *Food Chemistry*, vol. 260, pp. 7-12, September 2018.
- [25] Y. B. Schuetz, R. Gurny, and O. Jordan, "A Novel thermoresponsive hydrogel based on chitosan", *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, vol. 68, no 1, pp. 19–25, January 2008.
- [26] E. Akdağ, *Türkiye Meyve Suyu v.b.  r nler Sanayi Raporu*, URL:https://www.meyed.org.tr/files/bilgi_merkezi/sektorel_veriler/meyve_suyu_sektoru_raporu_2011.pdf, (Erişim Tarihi; Nisan, 2, 2018).
- [27] J. Acar, and V. Gökmen, *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 2013.
- [28] B. Cemeroglu, *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, Ankara: Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, 2004.
- [29]  . Çetinkaya, "Jelatin bentonit ile  n flokleştirmenin elma suyunun ultrafiltrasyon performansı üzerine etkileri" Ms. C. Thesis, Hacettepe University, Institute of Science, Ankara, 2005.

- [30] G. Maier, P. Mayer, H. Dietrich, and K. Wucherpennig, "Polyphenol oxidases and their use in the stabilization of fruit juices", *Flüss Obst.*, vol. 57, pp. 200-230, May 1990.
- [31] J. Calvarroa, T. Perez-Palacios, and J. Ruiz, "Modification of gelatin functionality for culinary applications by using transglutaminase", *International Journal of Gastronomy and Food Science*, vol.5, pp.27-32, October 2016.
- [32] C. Zhuang, C. Shi, F. Tao, and Y. Cui, "Honeycomb structural composite polymer network of gelatin and functional cellulose ester for controlled release of omeprazole", *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 105, no 3, pp. 1644-1653, December 2017.
- [33] J. Y. Lai, and H. K. D. Ma, "Ocular biocompatibility of gelatin microcarriers functionalized with oxidized hyaluronic acid", *Materials Science and Engineering*, vol. 72, pp. 150-159, March 2017.
- [34] K. Nilsuwana, S. Benjakula, and T. Prodpran, "Properties and antioxidative activity of fish gelatin-based film incorporated with epigallocatechin gallate", *Food Hydrocolloids*, vol. 80, pp. 212-221, July 2018.
- [35] L. Aberkane, J. Jasniewski, C. Gaiani, J. Scher, and C. Sanchez, "Thermodynamic characterization of acacia gumb-lactoglobulin complex coacervation", *Langmuir*, vol. 26, no. 15, pp. 12523-12533, June 2010.
- [36] A. B. Kayitmazer, "Thermodynamics of complex coacervation" *Advances In Colloid and Interface Science*, vol. 239, pp. 169-177, January 2017.
- [37] P. D. S Peixoto, G. M. Tavares, T. Croguennec, A. Nicolas, P. Hamon, C. Roiland, and S. Bouhallab, "Structure and Dynamics of Heteroprotein Coacervates", *Langmuir*, vol. 32, no 31, pp. 7821-7828, June 2016.
- [38] N. Devi, M. Sarmah, B. Khatun, and T. K. Maji, "Encapsulation of active ingredients in polysaccharide protein complex coacervates", *Colloid and Interface Science*, vol. 239, pp. 136-145, January 2017.
- [39] E. Duhoranimana, E. Karangwa, L. Lai, X. Xu, J. Yu, S. Xia, X. Zhanga, B. Muhoza, and I. Habinshutia, "Effect of sodium carboxymethyl cellulose on complex coacervates formation with gelatin: coacervates characterization, stabilization and formation mechanism", *Food Hydrocolloids*, vol. 69, pp. 111-120, August 2017.
- [40] S. Lim, D. Moon, H. J. Kim, J. H. Seo, I. S. Kang, and H. J. Cha, "Interfacial tension of complex coacervated mussel adhesive protein according to the hofmeister series", *Langmuir*, vol. 30, no 4, pp. 1108-1115, January 2014.
- [41] W. Xiong, C. Ren, M. Tian, X. Yang, J. Li, and B. Li, "Complex Coacervation of Ovalbumin-Carboxymethylcellulose Assessed by Isothermal Titration Calorimeter and Rheology: Effect of Ionic Strength and Charge Density of Polysaccharide", *Food Hydrocolloids*, vol. 73, pp. 41-50, December 2017.
- [42] E. Duhoranimana, J. Yu, O. Mukeshimana, I. Habinshuti, E. Karangwa, X. Xu, B. Muhoza, S. Xia, and X. Zhang, "Thermodynamic characterization of gelatinesodium carboxymethyl cellulose complex coacervation

- encapsulating conjugated linoleic acid (CLA)", *Food Hydrocolloids*, vol. 80, pp. 149-159, July 2018.
- [43] P. R. Sarika, A. Pavithran, and N. R. James, "Cationized Gelatin/Gum Arabic Polyelectrolyte Complex: Study of Electrostatic Interactions", *Food Hydrocolloids*, vol. 49, pp. 176-182, July 2015.
- [44] Y. R. Choi, E. H. Kim, S. Lim, and Y. S. Choi, "Efficient preparation of a permanent chitosan/gelatin hydrogel using an acid-tolerant tyrosinase", *Biochemical Engineering Journal*, vol. 129, pp. 50–56, October 2018.
- [45] L. Ge, X. Li, R. Zhang, T. Yang, X. Ye, D. Li, and C. Mu, "Development and Characterization of Dialdehyde Xanthan Gum Crosslinked Gelatin Based Edible Films Incorporated with Amino-Functionalized Montmorillonite", *Food Hydrocolloids*, vol. 51, pp. 129-135, October 2015.
- [46] C. S. Wang, N. Virgilio, P. M. Wood-Adams, and M. C. Heuzey, "A Gelation mechanism for gelatin/polysaccharide aqueous mixtures", *Food Hydrocolloids*, vol. 79, pp. 462-472, June 2018.
- [47] J. Uranga, A. I. Puertas, A. Etxabide, M. T. Duenas, P. Guerrero, ve K. Caba, , "Citric acid-incorporated fish gelatin/chitosan composite films", *Food Hydrocolloids*, vol. 86, pp. 95-103, January 2019.
- [48] E. A. Kurskaja, E. S. Vajnerman, ve S. V. Rogozin, "Complex Formation of Acid-Processed and Alkaline-Processed Gelatins", *Die Nahrung*, vol. 21, pp. 251-260, March 1986
- [49] J. Milanovic, L. Petrovic, V. Sovilj, and J. Katona, "Complex coacervation in gelatin/sodium caseinate mixtures", *Food Hydrocolloids*, vol. 37, pp. 196-202, June 2014.
- [50] C. Ersch, M. B. J. Meinders, Bouwman, W. G. M. Nieuwland, E. Linden, P. Venem, and A. H. Martin, "Microstructure and rheology of globular protein gels in the presence of gelatin", *Food Hydrocolloids*, vol. 55, pp. 34-46, April 2016.
- [51] E. I. Benitez, and J. E. Lozano, "Effect of gelatin on apple juice turbidity", *Latin American Applied Research*, vol. 37, pp. 261-266, May 2007
- [52] R. G. Blanck, and W. Eykamp, "Fruit juice ultrafiltration", *American Institute of Chemical Engineers Symposium Series*, vol. 82, no 250, pp. 59–64, July 1986.
- [53] L. Zhao, Y. Wang, D. Qiu, and X. Liao, "Effect of ultrafiltration combined with high-pressure processing on safety and quality features of fresh apple juice", *Food Bioprocess Technology*, vol. 7, pp. 3246–3258, April 2014.
- [54] Ş. Yılmaz, "Farklı durultma proseslerinin elma suyu üretiminde fumarik asit miktarına ve bazı kalite özelliklerine etkisi", Ms. C. Thesis, Pamukkale University, Institute of Science, Denizli, 2005.
- [55] Ç. Kadakal, and S. Nas, "Effect of activated charcoal on patulin, fumaric acid and some other properties of apple juice", *Nahrung/Food*, vol. 46, pp. 31-33, February 2002.

- [56] T. A. Khalil, "Effect of fungal pectinases and gelatin on apple juice clarification", *Mesopotamia Journal of Agric.*, vol. 41, no 4, pp. 313-317, January 2013.
- [57] L. Kalaycıoğlu, B. Serpek, M. Nizamlıoğlu, N. Başpınar, ve A. L. Tiftik, *Biyokimya*, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, 2013.
- [58] K. Köse, Amino Asitlerin Özellikleri, URL: <http://slideplayer.biz.tr/slide/3436542/>, (Erişim Tarihi: Ocak, 26, 2017).
- [59] D. L. Nelson, and M. M. Cox, *Lehninger Biyokimyanın İlkeleri*, Ankara: Palme Yayıncılık, 2005.
- [60] Wikipedia, URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/08/Tetrapeptide_structural_formulae,Tetrapeptide Structural Formula, (Erişim Tarihi: Ocak, 26, 2017).
- [61] P. Karlson, *Biyokimya*, İstanbul: Arkadaş Tıp Kitapları, 1992.
- [62] E. Atherton, and R. C. Sheppard, *Solid Phase Synthesis; A Practical Approach*, Michigan: IRL Press, 1989.
- [63] S. Zalipsky, F. Albericio, and G. Barany, "Peptides", Ninth American Peptide Symposium, Toronto, 289-311, (1986).
- [64] S. A. Kates, B. F. McGuinness, C. Blackburn, W. Griffin, N. A. Solé, G. Barany and F. Albericio "High-Load polyethylene glycol-polystyrene (peg-ps) graft supports for solid-phase synthesis", *Biopolymers- Peptide Science Section*, vol. 47, no 5, pp. 365-380, March 1998.
- [65] V. J. Hruby, and D. H. Rich, *Peptides, Structure and Function: Proceedings of the Eighth American Peptide Symposium*, Rockford: Pierce Chemical Co, 1983.
- [66] G. Jung, *Combinatorial Peptide and Nonpeptide Libraries A Handbook*, Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH, 1997.
- [67] R. Knorr, A. Trzeciak, W. Bannwarth, and D. Gillessen, "New coupling reagents in peptide chemistry", *Tetrahedron Lett.*, vol. 30, no 15, pp. 1927-1930, December 1989.
- [68] J. Coste, D. Le-Nguyen, and B. Castro, "A new peptide coupling reagent devoid of toxic by-product", *Tetrahedron Lett.*, vol. 31, no 2, pp. 205-208, April 1990.
- [69] S. K. Sahoo, *Tboc Fmoc Protocol in Solid Phase Peptide Synthesis*, URL: <https://www.slideshare.net/SANTOSHKUMARSAHO08/tboc-fmoc-protocol-in-solid-phase-peptide-synthesis>, (Erişim Tarihi: Ocak, 26, 2017).
- [70] Advanced ChemTech, Fmoc-Lys(Boc)-2-Cl-Trt Resin, URL: <https://advancedchemtech.com/shop/fmoc-lys-boc-2-cl-trt-resin>, (Erişim Tarihi: Ocak, 27, 2017).
- [71] V. Mäde, S. Els-Heindl, and A. G. Beck-Sickinger, "Automated solid-phase peptide synthesis to obtain therapeutic peptides", *Beilstein J. Org. Chem.*, vol. 10, pp. 1197-1212, May 2014.

- [72] R. B. J. Merrifield, "Solid phase peptide synthesis. 1. the synthesis of a tetrapeptide", *Am. Chem. Soc.*, vol. 85, no14, pp. 2149–2154, March 1963.
- [73] J. Izdebski, A. Orłowska, R. Anulewicz, E. Witkowska, and D. Fiertek, "Reinvestigation of the reactions of carbodiimides with alkoxy-carbonylamino acid symmetrical anhydrides", *Int. J. Pept. Protein Res.*, vol. 43, pp. 184–189, June 1994.
- [74] S. Els, A. G. Beck-Sickinger, and C. Chollet, "Ghrelin receptor: high constitutive activity and methods for developing inverse agonists", *Methods Enzymol.*, vol. 485, pp. 103–121, April 2010.
- [75] M. Meldal, , "Pega:a flow stable polyethylene glycol dimethyl acrylamide copolymer for solid phase synthesis", *Tetrahedron Letters*, vol. 33, pp. 3077–3080, May 1992.
- [76] L. A. J. Carpino, "1-Hydroxy-7-Azabenzotriazole. An efficient peptide coupling additive", *Am. Chem. Soc.*, vol. 115, no 10, pp. 4397–4398, June 1993.
- [77] AtdBio Company, Nucleic Acid Analogues, URL:<http://www.atdbio.com/content/12/Nucleic-acid-analogues>, (Erişim Tarihi: Eylül, 22, 2017).
- [78] Royal Society of Chemistry, Solid-phase Peptide Synthesis: an Overview Focused on the Preparation of Biologically Relevant Peptides, URL: <http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/>, (Erişim Tarihi: Eylül, 13, 2017).
- [79] Termo Fisher Scientific, URL:<https://www.thermofisher.com/tr/en/home/life-science/protein-biology/protein-biology-learning-center/>, (Erişim Tarihi: Eylül, 22, 2017).
- [80] S. Benjakul, S. Nalinanon, and F. Shahidi, *Fish Collagen: Food Biochemistry and Food Processing*, Oxford: Blackwell Publishing, 2012.
- [81] Z. Ruszczak, and W. Friess, "Collagen as a carrier for on-site antibacterial drugs" *Adv. Drug. Deliv.*, vol. 55, no 12, pp. 1679-98, November 2003.
- [82] Anatomy Box, URL:<http://www.anatomybox.com/wp-content/>, (Erişim Tarihi: Ocak, 9, 2018).
- [83] L. Vitagliano, R. Berisia, L. Mazzarella, and A. Zagari, "Structural bases of collagen stabilization induced by proline hydroxylation", *Biopolymers*, vol. 51, no 5, pp. 459-464, April 2001.
- [84] B. Brodsky, and A. V. Persikov, "Molecular structure of the collagen triple helix", *Adv. Protein Chem.*, 70:301-339, June 2005.
- [85] K. Gelse, E. Po, and T. Aigner, "Collagens-Structure, function, and biosynthesis", *Advanced Drug Delivery Reviews*, vol. 55, pp. 1531–1546, November 2003.
- [86] M. Shoulders, and R. Raines, "Collagen structure and stability", *Annual Reviews of Biochemistry*, vol. 78, pp. 929–958, April 2009.
- [87] S. B. Kaya, "Kolajen hidrolizat içeren meyveli içecek üretimi", Ms. C. Thesis, Ege University, Institute of Science, İzmir, 2013.

- [88] K. Belbachir, R. Noreen, G. Gouspillou, and C. Petibois, "Collagen types analysis and differentiation by FTIR spectroscopy", *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, vol. 395, no 3, pp. 829-837, August 2009.
- [89] D. Liu, L. Li, M. Joe, and P. Z. Regenstein, "Extraction and characterisation of pepsin solubilised collagen from fins, scales, skins, bones and swim bladders of bighead carp (*Hypophthalmichthys nobilis*)", *Food Chemistry*, vol. 133, no 4, pp. 1441-1448, August 2012.
- [90] M. Sadowska, I. Kołodziejek, and C. Niecikowska, "Isolation of collagen from the skins of baltic cod (*Gadus morhua*)", *Food Chemistry*, vol. 81, no 2, pp.257-262, May 2003.
- [91] J. Myllyharju, and K. I. Kivirikko, "Collagens, modifying enzymes and their mutations in humans, flies and worms", *Trends Gene*, vol. 20, no 1, pp. 33-43, January 2004.
- [92] B. Leitinger, and E. Hohenester, "Mammalian collagen receptors", *Matrix Biol.*, vol. 26, no 3, pp. 146-155, April 2007.
- [93] V. Betty, P. Humbert, A. Rougier, A. C. Colinge, M. Haftek, C. Lambert, A. Richard, P. Creidi, and C. M. Lapiere, "Topically applied vitamin C enhances the mrna level of collagens I and II, their processing enzymes and tissue inhibitor of matrix metalloproteinase I in the human dermis", *The Society for Investigative Dermatology*, vol. 116, no6, pp. 853-859, June 2001.
- [94] A. Alkayali, Method of Making Hydrolyzed Collagen Type II, patent, US 6323319 B1.
- [95] A. Aleman, B. Gimenez, C. Gomez-Guillen, and P. Montero, "Enzymatic hydrolysis of fish gelatin under high pressure treatment", *Int. J. Food Sci. Technol.*, Vol. 46, no 6, pp. 1129-1136, March 2011.
- [96] Y. Q. Huang, R. Guan, and M. Z. Huang, "Study on the hydrolysis of macromolecular gelatin with enzymes in combination mode", *Chin. J. Polym. Sci.*, vol. 22, no 6, pp. 599-602, December 2004.
- [97] J. Jia, Y. Zhou, J. Lu, A. Chen, Y. Li, and G. Zheng, "Enzymatic hydrolysis of alaska pollack (*Theragra chalcogramma*) skin and antioxidant activity of the resulting hydrolysate", *J. Sci. Food Agric.*, vol. 90, no 4, pp. 635-640, March 2010.
- [98] L. Lin, and B. F. Li, "Radical scavenging properties of protein hydrolysates from jumbo flying squid (*Dosidicus eschrichtii* steenstrup) skin gelatin". *J. Sci. Food Agric.*, vol. 86, no 14, pp. 2290-2295, September 2006.
- [99] E. Mendis, N. Rajapakse, H. G. Byun and S. K. Kim, "Investigation of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) skin gelatin peptides for their in vitro antioxidant effects", *Life Sci.*, vol. 77, no 17, pp. 2166-2178, October 2005.
- [100] J. I. Yang, H. Y. Ho, Y. J. Chu, and C. J. Chow, "Characteristic and antioxidant activity of retorted gelatin hydrolysates from cobia (*Rachycentron canadum*) skin", *Food Chem.*, vol. 110, no 1, pp. 128-136, February 2008.
- [101] J. Adler-Nissen, *Enzymatic Hydrolysis of Food Protein*, London: Elsevier Applied Science Publishers, 1986.

- [102] M. C. Gomez-Gullen, B. Gimenez, M. E. Lopez-Caballero, and M. P. Montero, "Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: a review", *Food Hydrocolloids*, vol. 25, no 8, pp. 1813-1827, December 2011.
- [103] P. J. Sheskey, W. G. Cook, and C. G. Cable, *Handbook of Pharmaceutical Excipients*, London: Pharmaceutical Press, 2017.
- [104] A. Kumari, S. K. Yadav, and S. C. Yadav, "Biodegradable polymeric nanoparticles based drug delivery systems. colloids and surfaces", *Biointerfaces*, vol. 75, no1, pp. 1-18, January 2010.
- [105] G. Boran, and J. M. Regenstein, *Advances in Food and Nutrition Research*, Academic Press, 2010.
- [106] G. Boran, "Bir gıda katkısı olarak jelâtin: yapısı, özellikleri, üretimi, kullanımı ve kalitesi", *Gıda Teknolojisi Derneği*, vol. 36, no 2, pp. 97-104, April 2011.
- [107] J. Marshall, *Polyampholyte Surfactant Particle Interactions*, URL:<http://www.chm.bris.ac.uk/pt/>, (Erişim Tarihi: Ocak, 23, 2018).
- [108] P. Zhou, and J. M. Regenstein, "Effects of alkaline and acid pretreatments on alaska pollock skin gelatin extraction", *Journal of Food Sciences*, vol. 70, no 6, pp. 392-396, July 2005.
- [109] Phuket Collagen Company, *Quality of Abalone Collagen*, URL:<http://www.phuketcollagen.com/>, (Erişim Tarihi: Ocak, 23, 2018).
- [110] J. H. Muyonga, C. G. B. Cole and K. G. Duodu, "Extraction and physico-chemical characterisation of nile perch (*Lates niloticus*) skin and bone gelatin", *Food Hydrocolloids*, vol.18, no 4, pp. 581-592, July 2004.
- [111] M. C. Gomez-Guillen, M. Perez-Mateos, J. Gomez-Estaca, E. Lopez-Cballero, B. Gimenez, and M. P. Montero, "Fish gelatin: a renewable material for developing active biodegradable films", *Trends in Food Science & Technology*, vol. 20, no 1, pp. 3-16, January 2009.
- [112] P. Johns, and A. Courts, *The Science and Technology of Gelatin*, New York: Academic Press., 1977
- [113] H. D. Belitz, W. Grosch, and P. Schieberle, *Food Chemistry*, New York: Springer, 2004.
- [114] K. Boedker, and A. Doty, "A study of gelatin molecules, aggregates and gels", *Journal of Phys. Chem.*, vol. 58, no 11, pp. 968-983, May 1954.
- [115] W. F. Harrington, and N. V. Rao, "Collagen structure in solution. I. kinetics of helix regeneration in single-chain gelatins", *Biochem.*, vol. 9, no 19, pp. 3714-3724, September 1970.
- [116] P. Godard, J. J. Biebuyck, M., Daumerie, H. Naveau, and J. P. Mercier, "Crystallization and melting of aqueous gelatin", *Journal of Polym. Sci.*, vol. 16, no 10, pp. 1817-1828, May 1978.
- [117] G. Boran, "Optimization of gelatin extraction from silver carp skin and textural, rheological and sensory characteristics of extracted gelatin", Ph. D. Thesis, Cornell University, Institute of Science, Newyork, 2010.

- [118] Y. Orhan, "Kültür balığı atıklarından jelatin üretimi ve kalitesinin belirlenmesi", Ms. C. Thesis, İstanbul University, Institute of Science, İstanbul, 2014.
- [119] H. W. Ockerman, and C. L. Hansen, *Animal By-Product Processing*, Chichester: Ellis Horwood, 1988.
- [120] M. C. Gómez-Guillén, B. Giménez, M. E. López-Caballero, and M. P. Montero, "Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: a review", *Food Hydrocolloids*, vol. 25, no 8, pp. 1813-1827, December 2011.
- [121] B. Ayana, and K. N. Turhan, "Gıda ambalajlamasında antimikrobiyel madde içeren yenilebilir filmler/kaplamalar ve uygulamaları", *Gıda*, vol. 35, no 2, pp. 151-158, November 2010.
- [122] Z. Karagöz, and K. Candoğan, "Et teknolojisinde antimikrobiyal ambalajlama", *Gıda*, vol. 32, no 3, pp. 113-122, June 2007.
- [123] G. Boran, ve J. M. Regenstien, "Fish gelatin", *Advances in Food and Nutrition Research*, vol. 60, pp. 119-143, May 2010.
- [124] P. A. Williams, *Handbook of Industrial Water Soluble Polymers*, New Jersey: Wiley-Blackwell, 2007.
- [125] D. Baziwane, and Q. He, "Gelatin: The paramount food additive", *Food Rev. Int.*, vol. 19, no 4, pp. 423-435, February 2003.
- [126] G. A. Digenis, T. B. Gold, and V. P. Shah, "Cross-linking of gelatin capsules and relevance to their in vitro-in vivo performance", *Journal of Pharm. Sci.*, vol. 83, no 7, pp. 915-921, July 1994.
- [127] Tessengerlo Group, *Gelatin Applications*, URL:<http://www.gelatin.com/en/gelatin/applications/>, (Erişim Tarihi: Şubat, 15, 2018).
- [128] Grand View Research, *Global Gelatin Market*, URL:<https://www.grandviewresearch.com/>, (Erişim Tarihi: Şubat, 16, 2018).
- [129] Newswire Association LLC, *Transparency Market Research*, URL:<https://www.prnewswire.com/news-releases/>, (Erişim Tarihi: Şubat, 16, 2018).
- [130] A. Durmuş, *Gıda Endüstrisinin Baş Aktörü Jelatin ve Helal Üretimi*, URL:<http://oranti.oran.org.tr/category/uzman-perspektifi/>, (Erişim Tarihi: Şubat, 16, 2018).
- [131] B. S. Chiou, R. J. A. Bustillos, J. Shey, E. Yee, P. J. Bechtel, S. H. Imam, G. M. Glenn, ve W. J. Orts, "Rheological and mechanical properties of cross linked fish gelatins", *Polymer*, vol. 47, no 18, pp. 6379-6386, August 2006.
- [132] J. Engel, and H. P. Bachinger, *Structure, Stability and Folding of the Collagen Triple Helix*, New York: Springer, 2005.
- [134] L. Zhang, X. Ye, T. Ding, X. Sun, Y. Xu, and D. Liu, "Ultrasound effects on the degradation kinetics, structure and rheological properties of apple pectin", *Ultrasonics Sonochemistry*, vol. 20, no 1, pp. 222-231, August 2013.

- [135] G. Boran, and J. M. Regenstein, "Optimization of gelatin extraction from silver carp skin", *Journal of Food Science*, vol. 74, no 8, pp. 432-441, October 2009.
- [136] M. Gudmundsson, and H. Hafsteinsson, "Gelatin from cod skins as affected by chemical treatments", *Journal of Food Science*, vol. 62, no 1, pp. 37-39, July 2006.
- [137] K. B. Djagny, Z. Wang, and S. Xu, "Gelatin: a valuable protein for food and pharmaceutical industries: review", *Food Science and Nutrition*, vol. 41, no 6, pp. 481-492, September 2001.
- [138] P. Zhou, and J. M. Regenstein, "Optimization of extraction conditions for pollock skin gelatin", *Journal of Food Science*, vol. 69, no 5, pp. 393-398, May 2004.
- [139] L. M. Kasankala, Y. Xue, Y. Weilong, S. D. Hong, and Q. He, "Optimization of gelatin extraction from grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fish skin by response surface methodology", *Bioresource Technol.*, vol. 98, no 17, pp. 3338-3343, January 2008.
- [140] P. D. Karayannakidisve, and A. Zotos, "Fish processing by products as a potential source of gelatin: a review", *Journal of Aquatic Food Product Technology*, vol. 25, no 1, pp. 65-92, June 2013.
- [141] G. Boran, H. T. Lawless, and J. M. Regenstein, "Effects of extraction conditions on the sensory and instrumental characteristics of fish gelatin gels", *Journal of Food Science*, vol. 75, no 9, pp. 469-476, November 2010.
- [142] Gelatin Manufacturers Institute of America, *Gelatin Handbook*, URL:<http://www.gelatin-gmia.com/gelatinhandbook>, (Erişim Tarihi: Ocak, 5, 2018).
- [143] A. A. Karim, and R. Bhat, "Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins", *Food Hydrocolloids*, vol. 23, no 3, pp. 563-576, May 2009.
- [144] M. H. Uriarte-Montoya, H. Santacruz-Ortega, F. J. Cinco-Moroyoqui, O. Rouzaud-Sández, M. Plascencia-Jatomea, and J. M. Ezquerra-Brauer, "Giant squid skin gelatin: chemical composition and biophysical characterization", *Food Research International*, vol. 44, no 10, pp. 3243-3249, December 2011.
- [145] N. M. Sarbon, F. Badii, and N. K. Howell, "Preparation and characterisation of chicken skin gelatin as an alternative to mammalian gelatin", *Food Hydrocolloids*, vol. 30, no 1, pp. 143-151, January 2013.
- [146] F. Badii, and N. K. Howell, "Fish gelatin: structure, gelling properties and interaction with egg albumen proteins", *Food Hydrocolloids*, vol. 20, no 5, pp. 630-640, July 2006.
- [147] J. Eysturskarđ, I. J. Haug, A. Ulset, H. Joensen, and K. I. Draget, "Mechanical properties of mammalian and fish gelatins as a function of the contents of α -chain, β -chain, and low and high molecular weight fractions", *Food Biophysics*, vol. 5, no 1, pp. 9-16, March 2010.

- [148] H. Y. Liu, D. Li, and S. D. Guo, "Rheological properties of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) gelatin from fish skins preserved by different methods", *Lebensm. Wiss. Technol.*, vol. 41, no 8, pp. 1425-1430, November 2008.
- [149] S. Nalinanon, S. Benjakul, W. Visessanguan, and H. Kishimura, "Improvement of gelatin extraction from bigeye snapper skin using pepsinaided process in combination with protease inhibitor", *Food Hydrocolloids*, vol. 22, no 4, pp. 615-622, June 2008.
- [150] M. H. Norziah, A. Al-Hassan, A. B. Khairulnizam, M. N. Mordive, and M. Norita, "Characterization of fish gelatin from surimi processing wastes: thermal analysis and effect of transglutaminase on gel properties", *Food Hydrocolloid*, vol. 23, no 6, pp. 1610-1616, August 2009.
- [151] M. Nikoo, X. Xu, S. Benjakul, G. Xu, J. C. Ramírez-Suárez, A. Ehsani, L. M. Kasankala, X. Duan, and S. Abbas, "Characterization of gelatin from the skin of farmed amur sturgeon *acipenser schrenckii*", *Int. Aquat. Res.*, vol. 3, pp. 135-145, January 2011.
- [152] C. W. Avena-Bustillos, D. A. Olsen, B. Chiou, E. Yee, P. J. Bechtel, and T. H. McHugh, "Water vapor permeability of mammalian and fish gelatin films", *Journal of Food Science*, vol. 71, no 4, pp. 202-207, May 2006.
- [153] S. S. Choi, and J. M. Regenstein, "Physicochemical and sensory characteristics of fish gelatin", *Journal of Food Science*, vol. 65, no 2, pp. 194-199, March 2000.
- [154] H. Toğrul, "Şeker pancarı küspesi selülozundan karboksimetil selüloz üretimi ve meyvelerin bozulmalarının geciktirilmesinde koruyucu film tabakası olarak kullanılması", Ms. C. Thesis, Fırat University, Institute of Science, Elazığ, 2002.
- [155] A. P. Imeson, *Thickening and Gelling Agents for Food*, London: Chapman and Hall, 1992.
- [156] A. Ş. Demirci, "*Xanthomonas campestris* kullanılarak pirinç kepeğinden ksantan gam üretimi", Ph. D. Thesis, Namık Kemal University, Institute of Science, Tekirdağ, 2010.
- [157] A. Jaipal, M. M. Pandey, A. Abhishek, S. Vinay, and S. Y. Charde, "Interaction of calcium sulfate with xanthan gum: effect on in vitro bioadhesion and drug release behavior from xanthan gum based buccal discs of buspirone", *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, vol. 111, pp. 644-650, November 2013.
- [158] H. Ödemiş, "Ksantam gam ve sepiyolit içeren yeni akrilamid/çinko akrilat kompozit hidrojellerin hazırlanışı, karakterizasyonu ve adsorpsiyon özelliklerinin incelenmesi", Ms. C. Thesis, Adnan Menderes University, Institute of Science, Adana, 2014.
- [159] E. Cengiz, "Yaban keçiboynuzu (*Gleditsia triacanthos*) çekirdeklerinden gam üretimi ve bazı gamlar ile sinerjik etkilerinin reolojik yönden incelenmesi", Ms. C. Thesis, Erciyes University, Institute of Science, Kayseri, 2010.

- [160] M. Glicksman, Gum Technology in the Food Industry, New York: Academic Press, 1969.
- [161] M. S. Kök, S. E. Hill, and J. R. Mitchell, "A comparison of the rheological behaviour of crude and refined locust bean gum preparations during thermal processing", Carbohydrate Polymers, vol. 38, no 3, pp. 261-265, March 1999.
- [162] . Demirtaş, "Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua*) ekirdeklerinden gam üretim yollarının araştırılması", Ms. C. Thesis, ukurova University, Institute of Science, Adana, 2007.
- [163] Baker Pedia, Acacia Gum, URL:<http://bakerpedia.com/ingredients/acacia-gum/>, (Erişim Tarihi: Şubat, 28, 2018).
- [164] H. Reidel, "The use of gums in confectionery", Confect. Prod., vol. 49, no 12, pp. 612-613, March 1983.
- [165] S. Őimřek, "Havuç mayşesi ve posasından elde edilen pektin ve modifiye pektinlerin özellikleri ve çevresel etkileri", Ms. C. Thesis, Süleyman Demirel University, Institute of Science, Isparta, 2013,
- [166] Wikimedia Commons, URL:<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pektin2.svg>, (Erişim Tarihi: Mart, 1, 2018).
- [167] A. Trius, and J. G. Sebranek "Carragenans and their use in meat products", Food Science and Nutrition, vol. 36, no 1, pp. 69-85, January 1996.
- [168] H. Salman, "Sığır etinin bazı emülsiyon özellikleri üzerine farklı tuzlar (NaCl ve KCl) ile iota ve kapa karragenanların etkilerinin belirlenmesi", Ms. C. Thesis, Selçuk University, Institute of Science, Konya, 2010.
- [169] İ. Saldamlı, Gıda Katkı Maddeleri ve İngrediyenler, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Yayınları, 1985.
- [170] R. C. Hosney, Principles of Cereal Science and Technology, Minnesota: AACC Inc., 1994.
- [171] İ. Saldamlı, Gıda Kimyası, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 2005.
- [172] Sigma Aldrich, URL:<https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/>, (Erişim Tarihi: Mart, 1, 2018).
- [173] K. Kahraman, "Farklı nişasta kaynaklarından çapraz bağlı nişasta üretimi ve karakterizasyonu", Ph. D. Thesis, Hacettepe University, Institute of Science, Ankara, 2011.
- [174] M. Wang, J. Z. Jiang, L. Tan, S. X. Tang, Z. H. Sun, and H. F. Han, "In situ ruminal crude protein and starch degradation of three classes of feedstuffs in goats", Journal of Applied Animal Research, vol. 36, no 1, pp. 23-28, September 2009.
- [175] G. A. F. Roberts, Chitin Chemistry, London: The Macmillan Press, 1992.
- [176] R. Shepherd, S. Reader, and A. Falshaw, "Chitosan functional properties", Glycoconjugate Journal, vol. 14, pp. 535-542, June 1997.

- [177] Research Gate, URL:<https://www.researchgate.net/figure/Chitosan-formula>, (Erişim Tarihi: Mart, 1, 2018).
- [178] H. K. No, S. H. Kim, S. H. Lee, N. Y. Park, S. H. Lee, and W. Prinyawiwatku, "Stability and antibacterial activity of chitosan solutions affected by storage temperature and time", *Carbohydrate Polymers*, vol. 65, no 2, pp, 174-178, July 2006.
- [179] L. K. Han, Y. Kimura and H. Okuda, "Reduction in fat storage during chitin-chitosan treatment in mice fed a high-fat diet", *International Journal Obesity and Related Metabolic Disorders*, vol. 23, pp. 174-179, February 1999.
- [180] E. Wuolijoki, T. Hirvela, and P. Ylitalo, "Decrease in LDL cholesterol with microcrystalline chitosan", *Methods and Findings Experimental and Clinical Pharmacology*, vol. 21, no 5, pp. 357-361, June 1999.
- [181] P. Yıldız, and F. Yangılar, "Gıda endüstrisinde kitosanın kullanımı", *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, vol. 30, no 3, pp. 198-206, June 2014.
- [182] T.C. Resmi Gazete, Türk Gıda Kodeksi Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler Tebliğı (Tebliğ No: 2014/34), 29080, 06.08.2014.
- [183] Ş. Arpaç, "Elma suyu üretiminde uygulanan işlemlerin galakturonik asit içeriğine etkisi", Ms. C. Thesis, Pamukkale University, Institute of Science, Denizli, 2006.
- [184] B. Taner, and Ö. Taştan, "Berrak meyve suyu üretiminde durultma ajanı olarak kitosan kullanımı ve meyve suyu kalite özelliklerine etkilerinin belirlenmesi", Tübitak Hızlı Destek Projesi TOVAG-112-O-047, (2013).
- [185] C. Grassin, "Improvement of juice clarification with enzymes (in German)", *Flüssiges Obst.*, vol. 57, no 8, pp. 501-506, April, 1990.
- [186] Tutor Vista, URL:<https://chemistry.tutorvista.com/physical-chemistry/flocculation.html>, (Erişim Tarihi: Mart, 20, 2018).
- [187] M.T. Yamasaki, T. Yasui, and K. Arima, "Pectic enzymes in the clarification of apple juice", *Agricultural and Biological Chemistry*, vol. 28, pp. 779-787, December 1966.

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

İletişim Bilgisi: gonessadik@gmail.com

Makaleler

1. S. Göneş, and S. Yücel, “ The effect of artificial peptides, collagen hydrolysate, and thickeners on gelatine functions in apple juice clarification”, Mitteilungen Klosterneuburg, vol. 70, pp. 292-307, December 2020.

Projeler

1. Proje Adı: Fonksiyonel Özelliğe Sahip Jelatin Sentezi ve Karakterizasyonu, Proje Yürütücüsü: Sevil Yücel, Proje Kodu: Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi 2016-07-04-DOP06, ID:1989, Geçerlilik Tarihi: Aralık 2020, Görev: Araştırmacı (Doktora Tezi)

Konferans Bildirileri

1. S. Göneş, and S. Yüce, “Fonksiyonel Özelliğe Sahip Jelatin Sentezi ve Karakterizasyonu” , 4. Uluslararası Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Kongresi, İstanbul, 880-889, (2019).