T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KOLAJEN KULLANIMIYLA YUMUŞAK ŞEKERLEME ÜRETİMİ

Filiz TAZEOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

Danışman

Prof. Dr. Muhammed ARICI

Haziran, 2022

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KOLAJEN KULLANIMIYLA YUMUŞAK ŞEKERLEME ÜRETİMİ

Filiz TAZEOĞLU tarafından hazırlanan tez çalışması 29.06.2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gıda Mühendisliği Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Muhammed ARICI

Yıldız Teknik Üniversitesi

Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Muhammed ARICI, Danışman _____
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Enes DERTLİ, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Dr. Öğr. Üyesi Hilal DEMİRKESEN BIÇAK, Üye
İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi _____

Danışmanım Prof. Dr. Muhammed ARICI sorumluluğunda tarafımca hazırlanan Kolajen Kullanımıyla Yumuşak Şekerleme Üretimi 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.

Filiz TAZEOĞLU

İmza

Çok değerli anneme

Merhum babama

Sevgili eşim ve çocuklarıma

TEŞEKKÜR

Uzun yıllardır sanayi-üniversite işbirliğinin güzel bir örneği olarak iletişimde olduğum, tez çalışmam sırasında da sabırla sonsuz desteğini esirgemeden engin bilgisi sayesinde bana yol gösteren çok kıymetli tez danışmanım Prof. Dr. Muhammed ARICI'ya sonsuz minnetlerimi sunarım.

İş hayatımda önemli bir yeri olan, edindiğim birçok tecrübede benim için daima bir okul olan ve RD0000006 numaralı Ar-Ge merkezi projesi konusu ile yüksek lisans eğitimine beni teşvik eden Kervan Gıda'ya desteklerinden dolayı teşekkürü borç bilirim.

Tez çalışmamın yürütülmesindeki önemli katkıları için Kervan Gıda Ar-Ge merkezi ekibinden çok değerli çalışma arkadaşlarım Dilara Aktay, Özlem Berkün Olgun, stajyerimiz Feyza Delal'e ve Yıldız Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünden Esra Akdeniz ve Burcu Kahraman 'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda ihtiyaç duyduğum teknik desteği esirgemeyen, değerli bilgilerini ve görüşlerini benimle paylaşan Doç. Dr. Ömer Said Toker' e minnetlerimi sunarım.

Ne zaman desteğe ihtiyaç duysam her zaman yanımda olan, maddi manevi elinden gelen her desteği veren çok değerli anneme bana verdiği emeklerden dolayı minnettarım. Her daim kendimi geliştirme noktasında önümü açıp, beni cesaretlendiren ve desteğini esirgemeyen sevgili eşime en içten teşekkürlerimi sunarım.

Filiz TAZEOĞLU

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ vii

KISALTMA LİSTESİ viii

ŞEKİL LİSTESİ ix

TABLO LİSTESİ x

ÖZET xi

ABSTRACT xiii

1 GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti ... 1

1.2 Tezin Amacı ... 2

1.3 Hipotez ... 2

2 KAYNAK ÖZETLERİ 3

2.1 Şekerleme Tarihçesi ... 3

2.2 Şekerleme Türleri ... 3

2.2.1 Sert Şekerlemeler ... 4

2.2.2 Yumuşak Şekerlemeler ... 4

2.3 Jelly Tipi Şekerlemelerde Kullanılan Hammaddeler ... 5

2.3.1 Sakkaroz ... 5

2.3.2 Mısır (Glikoz) Şurupları ... 6

2.3.3 Kıvam Vericiler ... 6

2.3.4 Su ... 7

2.3.5 Asitlik Düzenleyiciler ... 7

2.3.6 Aroma Maddeleri ... 7

2.3.7 Renklendiriciler ... 7

2.3.8 Parlatma Ajanları ... 7

2.4 Jelly Tipi Şeker ve Üretim Aşamaları ... 8

2.5 Kolajen Proteini ve Yapısı ... 11

2.6 Kolajen ve Kolajen Tipleri ... 11

2.7 Kolajen Hidrolizat Üretimi ... 15

2.8 Kolajen Hidrolizatın Sağlık Üzerine Etkileri ... 17

2.9 Kolajen Hidrolizatın Biyoyararlılığı ... 18

2.10 Jelly Tipi Yumuşak Şeker ve Gıda Takviyesi Olarak Kullanımı ... 20

3 MATERYAL METOT **21**
3.1 Materyal 21
3.2 Metot 21
3.2.1 Jelly Tipi Şekerleme Örneklerinin Hazırlanması 21
3.2.2 Jelly Tipi Şekerleme Örneklerinde Yapılan Analizler 25
4 ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA **30**
4.1 Jelly Şekerleme Örneklerinin Fiziko-Kimyasal Özellikleri 30
4.1.1 Jelly Örneklerinin pH Değerleri 30
4.1.2 Jelly Örneklerinin Briks Değerleri 31
4.1.3 Jelly Örneklerinin Su Aktivitesi Değerleri 33
4.1.4 Jelly Örneklerinin Renk Değerleri 34
4.1.5 Jelly Örneklerinin Tekstürel Özellikleri 36
4.1.6 Jelly Örneklerinin Tekstürel Stabilite Değerleri 37
4.1.7 Jelly Örneklerinin Duyusal Özellikleri 40
5 SONUÇ VE ÖNERİLER **42**
KAYNAKÇA **44**
TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR **49**

SİMGE LİSTESİ

°Bx	Briks
G	Gram
a*	Kırmızı ve yeşil renk değeri
Kg	Kilogram
N	Newton
μm	Mikro metre
mm	Milimetre
mL	Mililitre
L*	Parlaklık renk değeri
s	Saniye
°C	Santigrat Derece
b*	Sarı ve mavi renk değeri
%	Yüzde

KISALTMA LİSTESİ

DE	Dekstroz Eşdeğeri
NBŞ	Nişasta Bazlı Şeker
RH	Nisbi Nem
TGK	Türk Gıda Kodeksi
TPA	Tektür Profili Analizi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Jelatin bazlı jelly tipi şekerleme üretim akış şeması.....9
Şekil 2.2 Nişastalı Üretim Hattı.....10
Şekil 2.3 Nişastasız Üretim Hattı.....10
Şekil 2.4 Kolajen Liflerinin Yapısı 11
Şekil 2.5 Fibril oluşturan kolajen liflerinin yapısı.....14
Şekil 2.6 Ankraj kolajen yapısı.....15
Şekil 2.7 Kolajen hidrolizat üretim akış şeması.....16
Şekil 2.8 Kolajen hidrolizat ve molekül ağırlığı.....17
Şekil 2.9 Kolajen hidrolizatın amino asit profili 17
Şekil 2.10 Balık pulundan, balık derisinden ve domuz derisinden elde edilen kolajen hidrolizatların ağız yoluyla alımı sonrası plazmadaki serbest formdaki hiroksiprolin miktarları.....19
Şekil 3.1 Kolajen hidrolizat ilaveli jelly tipi şekerleme üretim akış şeması 23
Şekil 3.2 Kolajen hidrolizat toz hali ve sulu solüsyonu.....24
Şekil 3.3 Son şurup depozit etme ve kalıplama prosesi.....25
Şekil 3.4 Tekstür profili analizi cihazı.....26
Şekil 3.5 Duyusal analiz formu örneği 27
Şekil 3.6 Jelly tipi şekerleme örneklerinde Konica Minolta kolorimetresi..... ile yapılan renk analizine ait görsel.....27
Şekil 4.1 Kontrol, %7,5 balık ve sığır kolajen ilaveli jelly örneklerinin..... görselleri.....34
Şekil 4.2 Jelly örneklerine ait duyusal analiz grafiği 40

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 Kolajen tipleri 12
Tablo 2.1 Kolajen Tipleri (devamı) 13
Tablo 2.2 Jelatin hidrolizatlarının oral yolla alınması sonrası insan.....
plazmasındaki serbest form Hyp ve Hyp-İçeren peptit miktarları.....19
Tablo 2.3 Takviye edici gıdaların alt kategorileri 20
Tablo 3.1 Kolajen hidrolizat katkılı jelly tipi şekerleme örneklerinde girdiler .....
ve oranları 22
Tablo 4.1 Jelly örneklerinin pH değerleri.....30
Tablo 4.1 Jelly örneklerinin pH değerleri (devamı) 31
Tablo 4.2 Farklı kolajen hidrolizatlarla hazırlanan örneklerin briks.....
değerlerinin zamana bağlı değişimi 32
Tablo 4.3 Farklı kolajen hidrolizatlarla hazırlanan örneklerin su aktivitesi.....
değerlerinin zamana bağlı değişimi 33
Tablo 4.3 Farklı kolajen hidrolizatlarla hazırlanan örneklerin su aktivitesi.....
değerlerinin zamana bağlı değişimi (devamı) 34
Tablo 4.4 Renk maddesi ilave edilmemiş jelly örneklerinin renk değerleri.....35
Tablo 4.5 Renk maddesi ilave edilmiş jelly örneklerinin renk değerleri 36
Tablo 4.6 Jelly örneklerinin tekstürel özellikleri 36
Tablo 4.6 Jelly örneklerinin tekstürel özellikleri (devamı) 37
Tablo 4.7 Farklı kolajen hidrolizat kaynakları ile hazırlanan örneklerin .....
tekstürel özellikleri ve zamana bağlı değişimi.....38
Tablo 4.7 Farklı kolajen hidrolizat kaynakları ile hazırlanan örneklerin .....
tekstürel özellikleri ve zamana bağlı değişimi (devamı).....39

ÖZET

Kolajen Kullanımıyla Yumuşak Şekerleme Üretimi

Filiz TAZEOĞLU

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Muhammed ARICI

Jelly tipi şekerlemeler, şeker, glikoz şurubu, su, jelatin, aroma, sitrik asit bileşenlerinden oluşmaktadır. Son yıllarda sağlıklı beslenme ve sağlıklı yaşam konularına artan tüketici ilgisi, gıda takviyelerinin kullanımına olanak sağlamıştır. Kolajen hidrolizatın sağlık üzerine olumlu etkilerinin bulunması, kolajen hidrolizat bileşeninin gıda takviyesi olarak kullanımını popüler hale getirmiştir. Bu tez çalışmasında, sığır (Tip I, Tip II) ve balık (Tip I) kaynaklarından elde edilmiş kolajen hidrolizatları, jelly tipi şekerlemede %2.5, %5 ve %7.5 oranlarında kullanılarak farklı kolajen kaynaklarının ürün kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Jelly örneklerinde fizikokimyasal (tekstür, pH, renk), duyusal ve hızlandırılmış raf ömrü analizleri yapılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, sığır ve balık kaynaklı Tip I kolajen hidrolizat ilaveli yumuşak şeker örneklerinde jelleşme oluşumu görülürken, sığır Tip II kolajen hidrolizat ilaveli yumuşak şeker formülasyonlarına ait örneklerde jelleşme ve istenilen yapı oluşmamıştır. Bu nedenle çalışmada sığır Tip II kolajen hidrolizat ilaveli yumuşak şeker analizleri yapılmamıştır. Sığır kaynaklı kolajen hidrolizat ile üretilen jelly örneklerinin sertlik değeri, balık kaynaklı kolajen hidrolizatlı örneklere göre daha yüksek

çıkmıştır. Kolajen kullanımının pH değerini etkilediği görülmüş ve tüm formülasyonlarda sabit bir pH değerini ayarlamak için kullanılan sitrik asit miktarı değişmiştir. Renklendirilmiş jelly örneklerinin L* değerleri renksiz jelly örneklerine göre daha düşük çıkmıştır. Renksiz örneklerde ise balık kolajen ilaveli jelly örnekleri ile sığır kolajen ilaveli jelly örneklerinin L* değerleri benzerdir. Balık kolajen hidrolizatlı örneklerin daha bulanık bir yapıda olması örneklerin renk sonuçlarını etkilemiştir. Duyusal analiz sonucuna göre, balık kolajen hidrolizat kullanımının tat/aromayı baskıladığı sonucuna varılmıştır. Balık kolajen hidrolizatının kullanıldığı ürünlerin dokusu sığır kolajen hidrolizatının kullanıldığı ürünlere göre daha düşük puanlanmıştır. Hızlandırılmış raf ömrü çalışmalarında ise örneklerin briks ve su aktivitesi değerlerinde farklılıklar olmuştur. Genellikle, örneklerde ilk iki hafta boyunca briks değerleri benzer olup, zaman geçtikçe bu değerlerin azaldığı görülmektedir. Sonuç olarak, jelly tipi şekerleme ürünlerinde farklı kolajen kaynakları kullanımının jelly tipi şekerleme örneklerinin kalite özelliklerini etkilediği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kolajen hidrolizat, sığır kolajeni, balık kolajeni, jelly tipi şekerleme, tekstür

ABSTRACT

Soft Candy Production by Using Collagen

Filiz TAZEOĞLU

Department of Food Engineering

Master of Science Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Muhammed ARICI

Jelly type confectionery consists of sugar, glucose syrup, water, gelatine, flavor, citric acid components. In recent years, increasing consumer interest in healthy nutrition and healthy living has enabled the use of food supplements. The positive effects of collagen hydrolyzate on health have made the use of collagen hydrolyzate component as a food supplement popular. In this thesis, the effects of different collagen sources on product quality were investigated by using Type I and Type II bovine collagen hydrolyzates and Type I fish collagen hydrolyzate at the rates of 2.5%, 5% and 7.5% in jelly type confectionery. Physicochemical (texture, pH, color), sensory and accelerated shelf life analyzes were performed on jelly samples. At the end of the study, gelation formation was observed in the soft candy samples with Type I collagen hydrolyzate addition from bovine and fish, while gelation and desired structure did not occur in the samples of Type II bovine collagen hydrolyzate added soft candy formulations. For this reason, soft sugar analysis with Type II bovine collagen hydrolyzate was not performed in the study. The hardness value of the jelly samples produced with bovine collagen hydrolyzate was higher than the samples with fish origin collagen hydrolyzate. The use of collagen was found to affect the pH value, and the amount of citric acid used to set a constant pH value changed in all formulations. L* values of colored jelly samples were lower than colorless jelly samples. In the colorless samples, the

L* values of the fish collagen added jelly samples and the bovine collagen added jelly samples were similar. The turbidity of the fish collagen hydrolysate samples affected the color results of the samples. According to the results of the sensory analysis, it was concluded that the use of fish collagen hydrolyzate suppressed the taste/aroma. The texture of the products using fish collagen hydrolyzate was scored lower than the products using bovine collagen hydrolyzate. In accelerated shelf-life studies, there were differences in the brix and water activity values of the samples. Generally, the brix values in the samples are similar during the first two weeks, and it is seen that these values decrease as time passes. As a result, it was determined that the use of different collagen sources in jelly confectionery products affected the quality properties of jelly confectionery samples. As a result, it was determined that the use of different collagen sources in jelly confectionery products affected the quality properties of jelly confectionery samples.

Keywords: Collagen hydrolyzate, bovine collagen, fish collagen, jelly type confectionery, texture

1
GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

Şekerleme ürünleri tüm dünyada her yaştan tüketici tarafından severek tüketilmektedir. Şekerleme ürünleri, sert şekerlemeler, yumuşak şekerlemeler, çikolata, lokum gibi gıda ürünlerini içermektedir [1]. Bazı araştırmacılar bu şekerleme ürünlerini gıda sınıfına dahil etmezler ancak bu ürünler dünyada yaygın bir tüketime sahiptir [2]. Şekerleme ürünleri içinde yer alan jelly tipi şekerlemeler, yumuşak şekerleme sınıfına ait olup hidrokolloid bazlı bir şekerleme türüdür [3]. Sert şekerlemeler ise şeker, glikoz şurubunun birlikte pişirilmesiyle elde edilen aşırı doymuş bir üründür [4]. Jelly yumuşak şekerlemeler, çoğunlukla jelatin, pektin ya da diğer kıvam vericiler, şeker, glikoz şurubu, asit, aroma verici ve renklendiriciler kullanılarak elde edilir. Jelatin, yumuşak şekerlemede kullanılan en yaygın jelleştirici maddedir. Ürün formülasyonuna göre diğer kıvam vericiler de (pektin, nişasta vd.) kullanılmaktadır. Jelatin bazlı jelly yumuşak şeker üretim aşamaları, ön karışım, pişirme ve vakum, nişasta tepsisine boşaltım, şartlandırılmış ortamda kurutma, nişastadan ayırma ve kaplama adımlarından oluşmaktadır. Pişirme aşaması şeker, glikoz şurubu ve su hedeflenen kurumadde (78 ^{o}Bx) değerine ulaşana kadar gerçekleştirilir. İnsanların ve hayvanların deri, kemik, kıkırdak ve tendon bağ dokularında bulunan kolajen oldukça önemli bir proteindir [1]. Kolajen birçok canlı organizmada yaygın olarak bulunur. Canlı organizmadaki temel görevi, omurgalılara yapısal ve mekaniksel özellikler kazandırmaktır [3]. Ticari kolajenler çoğunlukla sığır ve domuz gibi memeli hayvanların yan ürünlerinden elde edilmektedir [3]. Fakat sığırlarda görülen deli dana hastalığı, ayak-ağız hastalığı ve inanca dayalı kısıtlamalar gibi problemler kolajenin kullanımı sınırlandırmıştır. Bu nedenle alternatif kolajen kaynakları araştırılmış ve balık yan ürünlerinin kolajen eldesi için alternatif ve güvenli bir kaynak olduğu sonucuna varılmıştır.

Yapılan çalışmalarda, kolajenin sağlığa olumlu etkilerinin olması birçok alanda kullanılmasına olanak sağlamıştır. Son yıllarda kolajenin gıda takviyesi olarak

kullanımı artmıştır. Bu tez çalışmasında, farklı kolajen kaynaklarından elde edilen kolajen hidrolizatların jelly yumuşak şekerleme ürününde kullanımının kalite özelliklerine etkisini incelenerek literatür çalışmalarına katkı sağlanmıştır.

1.2 Tezin Amacı

Tez çalışması kapsamında jelly tipi şekerleme ürünlerinin reçetesinde farklı kaynaklardan elde edilmiş kolajen hidrolizatlar kullanılarak son ürün kalitesi ve raf ömrüne etkisi incelenmiştir. Bu çalışma ile:

- Kolajen hidrolizatın sağlık üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle jelly tipi şekerleme ürünlerine fonksiyonel özellik kazandırılması,
- Kolajen hidrolizat kullanımı ile jelly tipi şekerleme ürünlerinin protein içeriğinin zenginleştirilmesi,
- Farklı kaynaklardan elde edilmiş kolajen hidrolizat kullanımının jelly tipi şekerlemenin raf ömrü boyunca kalite özelliklerine etkisinin incelenmesi, hedeflenmiştir.

Bu çalışmanın, literatüre katkı sağlamasının yanı sıra şekerleme endüstrisi açısından da faydalı olacağı düşünülmektedir.

1.3 Hipotez

Jelly tipi şekerlemelerde, farklı tipte ve kaynaktaki kolajen hidrolizatların kullanımı ile protein içeriği iyileştirilmiş ve fonksiyonel özellik kazandırılmış yeni formülasyonlu şekerlemeler üretilebilir.

2
KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Şekerleme Tarihçesi

Birçok gıda ürününde olduğu gibi şekerin ilk ne zaman değerli bir hammadde olarak kabul edildiği bilinmemektedir. Ancak kaynaklarda şeker kamışının MÖ 8000 civarında Yeni Gine'de kullanıldığı belirtilmiştir [1]. Daha sonra Güney Asya ve Hindistan'a yayılarak şeker kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu insanlar başta, şeker kamışının çiğnenmesi ya da ekstrakte edilerek suyunun içilmesi ile şekeri kullanmışlardır. Şeker kamışının yetiştirilmesiyle şekerin yapımını öğrenen Arap halkı, Kuzey Afrika ve İspanya da dahil olmak üzere birçok yerde şeker üretimini başlatmışlar, buradan da tüm Avrupa'ya şeker kullanımı yayılmıştır. Şekerin gıdalarda çok farklı şekillerde kullanımı mevcuttur. Başlangıçta, çayı tatlandırmak için kullanılmış daha sonra ise tatlı ikramlar olarak kullanılmıştır. Gıda tüketiminin yanı sıra şeker, gıdaların muhafaza edilmesinde de kullanılmaktadır [2]. Şekerleme ürünlerinin ortaya çıkışı küçük işletmelerin kendi ürünlerini yapmasıyla gerçekleşmiştir [1].

Hans Riegel 1920 yılında sert şekerler yaparak Haribo'yu kurmuştur. Daha sonra jelatinli jelly üreterek şu an Amerika dahil dünyanın birçok ülkesinde tüketilmesine imkan vermiştir [3].

2.2 Şekerleme Türleri

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğine göre şekerin ve şeker çeşitlerinin tanımı şu şekilde yapılmıştır:

- Yarı beyaz şeker: En az 99.5° Z polarizasyona sahip, saflaştırılmış ve kristallendirilmiş sakkarozu,
- Beyaz şeker: En az 99.7° Z polarizasyona sahip, saflaştırılmış ve kristallendirilmiş sakkarozu,

- Ekstra Beyaz şeker: Polarizasyon, invert şeker içeriği ve kurutma kaybı değerleri bakımından beyaz şekerle aynı karakteristik özellikleri taşıyan ve toplam puanı en fazla 8 olan ürünü ifade etmektedir.

Şekerlemeler başlıca sert şekerler ve yumuşak (çiğnenebilir) şekerler olmak üzere 2 ana gruba ayrılırlar. Türk Gıda Kodeksi'ne göre ise şekerlemeler aşağıdaki şekilde gruplara ayrılmıştır:

- Sert şekerleme
- Yumuşak şekerleme
- Jöle şekerleme
- Draje şekerleme
- Tablet şekerler
- Meyve şekerlemeleri
- Badem ezmesi ve benzerleri
- Koz helva, nuga ve benzerleri
- Fondan
- Krokan
- Dolgulu şekerleme ürünleri
- Dolgulu şekerleme ürünleri
- Diğer şekerli ürünler (Helva, Ciklet, Lokum, Çikolata ve kokolinler)
    - Lokum
    - Çikolara ve kokolinler

2.2.1 Sert Şekerlemeler

Sert şekerlemeler, sakkarozun glikoz şurubu ve/veya invert şeker ile birlikte pişirilerek camsı ve amorf yapıda aşırı doymuş şeker kitlesinden oluşan bir üründür. Sert şekerlere örnek olarak lolipoplar, pastiller ve akide şekerleri örnek olarak verilebilir [4].

2.2.2 Yumuşak Şekerlemeler

Yumuşak şekerlemeler sınıfına karamel, fudge, fondan, toffee ve jelly tipi şekerlemeler dahil edilmektedir.

Karamel: Karamel üretiminde süt veya süt bileşenlerinin kullanılması karameli diğer şekerleme ürünlerinden ayırır. Kullanılan su içeriğine (en düşük %4-5, en fazla %18) bağlı olarak kremsi, yumuşak bir yapıdan sert bir şeker tipine kadar geniş bir sınıfa sahiptir [5].

Fudge: Fudge, %25-30 şeker kristali içeriğine sahip yüksek tanecikli karamel olarak tanımlanır. Fudge, aşırı doymuş şeker çözeltisinin kristallenmesiyle elde edilmektedir [5].

Fondan: Fondan, doymuş şeker şurubu ile çok sayıda küçük şeker kristali içeren yarı katı (kısmen kristal, kısmın sıvı) bir şekerleme ürünüdür [5].

Toffee: İngiliz toffee' si glikoz şurubu veya ek süt bileşeni içermezken temelde sakkaroz ve tereyağ içeren bir üründür.

Jelly tipi şekerlemeler: Jelly tipi şekerlemeler, jelatin, pektin veya nişasta (jelleştirici bileşenler), şeker, glikoz şurubu, asit, aroma verici ve renklendiricilerin belli bir sıcaklıkta pişirilerek kuru maddesinin ayarlanmasıyla elde edilen bir şekerleme türüdür [1]. Jelly tipi şekerlemelerin üretiminde sakkaroz, mısır şurupları, kıvam vericiler, su, asitlik düzenleyiciler, aroma vericiler, renklendiriciler, parlatma ajanları hammaddeleri kullanılmaktadır.

2.3 Jelly Tipi Şekerlemelerde Kullanılan Hammaddeler

2.3.1 Sakkaroz

Sakkaroz, ticari olarak şeker pancarı veya şeker kamışının rafine edilmesiyle üretilen ve beyaz çay şekeri ya da sofra şekeri olarak bilinen bir gıda hammaddesidir. Türkiye'de sakkaroz eldesinde şeker pancarı yaygın olarak kullanılmaktadır. Sakkarozun, tatlılık derecesi 100 olarak kabul edilir ve kalori değeri 4 kkal/gramdır. Diğer şekerlerin sakkaroza göre tatlılık dereceleri: fruktoz (173), sakkaroz (100), glikoz (74), invert şeker (130) ve sorbitol (54)'dür. Şekerleme ürünlerinde, şeker şurubu ile birlikte ürüne tatlılık vermek, tekstürü sağlamak, maillard reaksiyonunu ve kristalizasyonu kontrol etmek için kullanılır [1, 6].

2.3.2 Mısır (Glikoz) Şurupları

Mısır şurupları jelly gibi şekerleme ürünlerinde kullanılan çok önemli bir hammaddedir. Glikoz şurubu, nişastanın asit, asit-enzim ya da çoklu enzim uygulamalarıyla parçalanarak elde edilmektedir [7]. Nişastanın hidroliz edilmesiyle meydana gelen ilk tatlandırıcı glikozdur. Daha tatlı bir yapıda olan fruktoz şurubu ise glikozun enzim kataliz izomerasyonu ile üretilmektedir. Üretilen bu ürün Amerika'da yüksek fruktozlu mısır şurubu; Avrupa Birliği'nde izoglikoz olarak adlandırılmaktadır [8].Türk Gıda Kodeksi'nde ise, içeriğindeki şekerler oranına göre, fruktoz-glikoz şurubu veya glikoz-fruktoz şurubu olarak isimlendirilmektedir.

a) **Glikoz Şurubu**

Glikoz şurupları, nişasta zincirinin dekstroz birimlerini birbirine bağlayan bağları parçalayan bir işlemle nişastanın hidrolize edilmesiyle elde edilmektedir [9].

Glikoz şurubunda bulunan büyük moleküllü sakkaritler, şuruba kohesif ve adhesif özellikler kazandırır bu durum bazı şekerleme ürünlerinin çiğnenebilir yapıda olmasını sağlar [8].

b) **Fruktoz Şurubu**

Şekerleme ürünlerinde kullanılan bir diğer alternatif şurup ise fruktoz şurubudur. Fruktoz şurupları mısırdan elde edilmektedir.

2.3.3 Kıvam Vericiler

Jelly tipi şekerleme ürünlerinde arzu edilen tekstürün elde edilmesinde kıvam vericiler önemli bir yer tutmaktadır. Kıvam vericiler, sulu çözeltilerin jelleşmesi, köpüklerin, emülsiyonların ve dispersiyonların stabilize olması, buz ve şeker kristallerinin oluşmasının önlenmesi ile tat ve kokunun kontrollü olarak salınması gibi birçok işleve sahip polisakkarit ve proteinlerdir [10, 11].

Şekerleme ürünlerinde yaygın olarak kullanılan hidrokolloidler jelatin, nişasta, pektin ve diğer gamlardır. Jelatin, jelleştirici, kıvam artırıcı, su bağlayıcı, emülsifiye edici, köpük oluşturucu ve film oluşturucu olarak gıdalarda kullanılmaktadır [12]. Jelatin hayvansal kaynaklı doğal bir protein olup, geri dönüşümlü olarak kullanılabilen bir kıvam vericidir [13]. Pektin ise, çoğunlukla

meyvelerde bulunan, hücreleri birbirne bağlayarak dokuya sertlik veren bir kıvam vericidir [5]. Bir diğer kıvam verici olan nişasta ise şekerleme ürünlerinde jel yapıyı sağlamak ve son ürüne arzu edilen tekstürü vermek için kullanılmaktadır.

Bu kıvam vericiler dışında, agar agar, karragenan, keçiboynuzu gamı, gam arabik ve ksantan gam da şekerleme ürünlerinde kullanılmaktadır.

2.3.4 Su

Şekerleme ürünlerinde kullanılan suyun başlıca görevi, şekerin çözünmesini ve diğer bileşenlerin homojen karışımını sağlamaktır. Bunun yanında, protein ve polisakkaritlerle etkileşime girerek jel oluşumuna katkı sağlar [14].

Son üründe istenen nem ve su aktivitesi değeri su kullanımını sınırlandırmaktadır. Suyun varlığı ürünün raf ömrünü de etkileyeceğinden kritik bir rol oynar.

2.3.5 Asitlik Düzenleyiciler

Asitlik düzenleyiciler, organik asitler, sitrik asit, malik asit, tartarik asit ve fumarik asit olup gıdalarda yaygın olarak kullanılırlar. Jelly tipi şekerleme ürünlerinde ise en çok sitrik asit kullanılmaktadır. Şekerleme ürünlerinde arzu edilen lezzet profiline ve ekşiliğe göre kullanılacak olan asit değişmektedir.

2.3.6 Aroma Maddeleri

Jelly tipi şekerleme ürünlerinde kullanılan aroma maddeleri, tadın algılanması ve uzun süre boyunca tüketiciye haz vermek amacıyla kullanılır. Genelde, uçucu oldukları ve yüksek sıcaklıktan etkilendikleri için üretimin son aşamasında istenilen briks sağlandıktan sonra eklenmektedir [15].

2.3.7 Renklendiriciler

Bir gıda ürününün rengi tüketici için oldukça önemlidir. Renklendiriciler, ürünün mevcut rengini iyileştirmek, zayıf olan rengi kuvvetlendirmek, renksiz olan ürünü renklendirmek amacıyla gıda ürünlerine ilave edilmektedir.

2.3.8 Parlatma Ajanları

Parlatma ajanlarının gıdalardaki temel kullanım sebeplerinden biri görünümü iyileştirmektir. Bunun yanında, nem bariyeri oluşturma, raf ömrünü uzatma ve

yapışkanlığın önlenmesine de yardımcı olurlar. Karnauba ve balmumu vaksı yaygın olarak şekerleme ürünlerinde parlatma ajanı olarak kullanılmaktadır [5].

2.4 Jelly Tipi Şeker ve Üretim aşamaları

Jelly tipi yumuşak şeker üretiminde tatlandırmak ve hacim vermek için; şeker, glikoz şurubu, şekersiz formülasyonda maltitol şurubu, izomalt vb şeker alkolleri, jel yapısının elde edilmesi için; jelatin, jelatin-nişasta ya da pektin kombini, vegan formülasyonda nişasta, pektin, karragenan ve agar-agar gibi hidrokolloidler; sitrik, malik ya da laktik asitler ise jel yapının oluşması, ekşilik sağlamak için ve asitlik düzenleyici olarak; lezzet ve farklı tatlar geliştirmek için aromalar ve renk vermek için de renklendiriciler kullanılmaktadır.

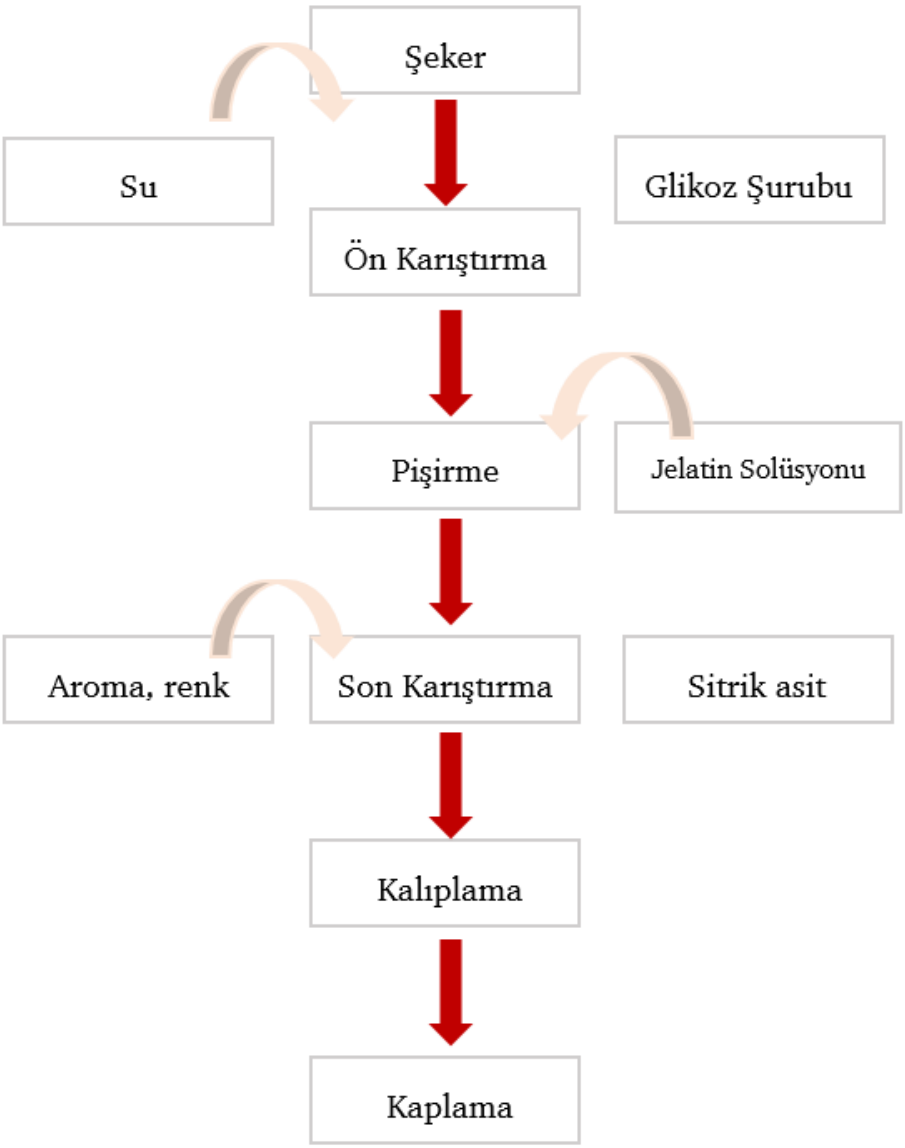
Ayrıca, kurutma sonrası istenilen yapıya ulaşan şekerlemelerin yüzeyi, yapışmayı önlemek ve parlaklık vermek için palm yağı, hindistan cevizi yağı (karnauba mumu-balmumu içeren) ve bazı ürünlerde ekşilik vermek için enkapsüle malik asit- şeker karışımı ile kaplanmaktadır.

Jelatin bazlı klasik yumuşak şekerleme üretim prosesi ile vegan (hidrokolloid içeren) yumuşak şekerleme üretim prosesi farklıdır. Genel olarak, jelatin bazlı yumuşak şeker üretim aşamaları, ön karışım, pişirme ve vakum, nişasta tepsisine boşaltım, şartlandırılmış ortamda kurutma, nişastadan ayırma ve kaplama adımlarından oluşmaktadır.

Jelly yumuşak şeker üretiminin ilk adımı olan ön karışım oldukça önemlidir. Bu adımda, şeker, glikoz şurubu ve su hedeflenen kurumadde (78 ^{o}Bx) elde edilene kadar pişiricide karıştırılır. Arzu edilen kurumaddeye ulaşan şeker bazına, daha önceden hazırlanmış olan jelatin solüsyonu (65-70^{o}C'de sıcak suda çözündürülür) ilave edilir.

Son kez karıştırılan baz nişasta tepsisine boşaltım için depozitöre (hazne) gönderilir. Depozitörün alt kısmında takılı olan nozzle (delikli plaka) vasıtasıyla, kalıp plakası ile şekillendirilmiş nişasta tepsisinde yer alan kalıp boşluklarına son karışım boşaltılarak dolumu yapılan tepsiler üst üste istiflenip paletlenir. Ürün paletleri kurutulmak üzere 23-25^{o}C ve 35-40^{o}RH değerlerine ayarlanmış dinlendirme odasına gönderilir. Yumuşak şekerler 80-83^{o}Bx değerine ulaşana kadar dinlendirme odasında bekletilir ve daha sonra nişastadan ayrılıp

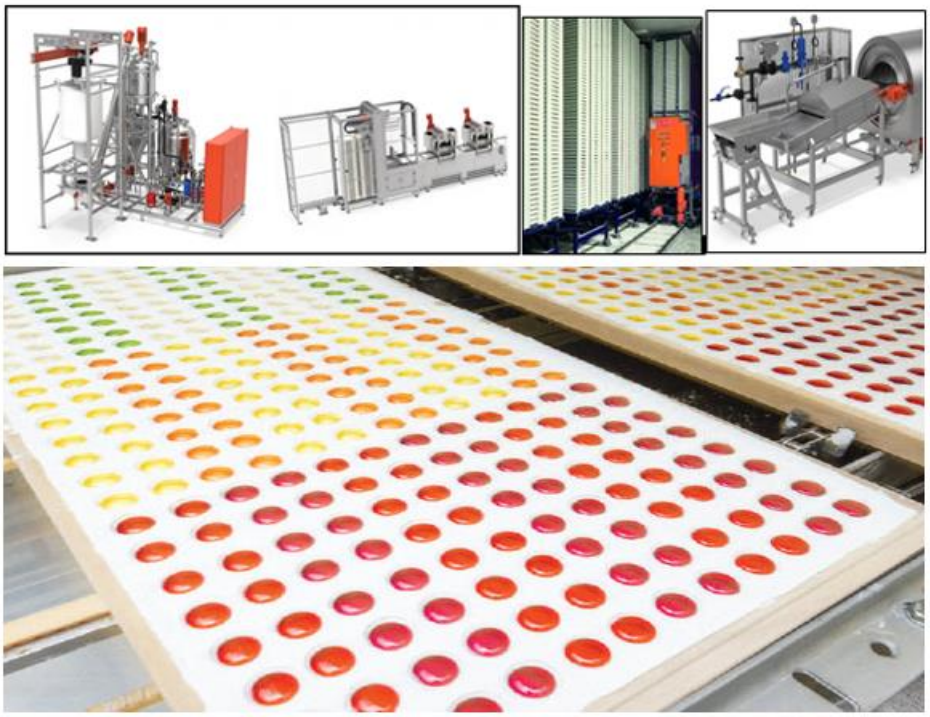
formülasyona göre yağ, şeker ya da şeker-asit karışımları ile kaplanır [16, 17]. Yumuşak şeker üretimine ait akış şeması Şekil 2.1' de verilmiştir. Klasik jelly yumuşak şeker üretiminde, jelly örnekleri nişasta kalıbında dinlendirilmektedir. Şekil 2.2'de nişastalı üretim hattına ait görsel verilmiştir.



Şekil 2.1 Jelatin bazlı jelly tipi şekerleme üretim akış şeması

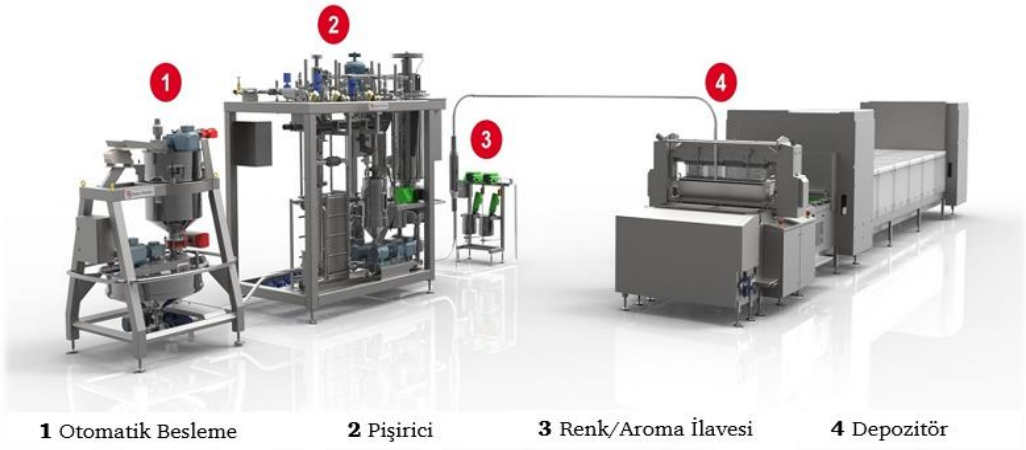
Bu yönteme alternatif olan ve prosesin hiçbir aşamasında nişasta kullanımı gerektirmeyen bir başka yöntem daha bulunmaktadır. Bu yöntemde jelly örnekleri yüksek kurumaddeye (80-82 ^{o}Bx) sahip hızlıca setlenebilen formülasyonla pişirilir. Asit-aroma ve renklendirici ilavesinden sonra şeker bazı silikon kauçuk,

plastik ya da metal kalıplara depozit edilir ve çok kısa süre içinde jelly örnekleri kalıptan ayrılır. Özellikle gıda takviyesi olarak kullanılan jelly tipi şekerleme ürünlerinin üretimi için nişastasız üretim hatlarına olan ilgi artmıştır.



Şekil 2.2 Nişastalı üretim hattı [18]

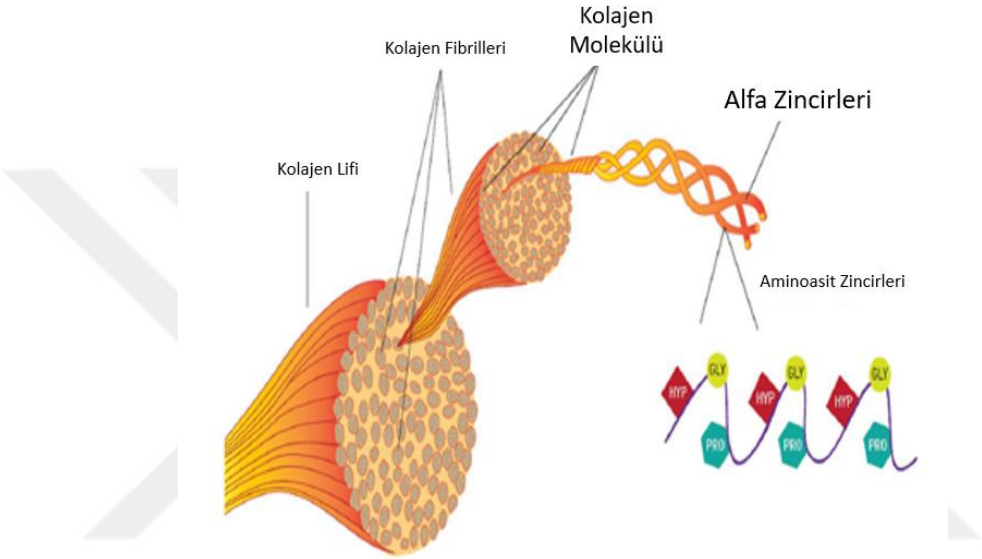
Çünkü üretim hattında nişasta olmaması, kontaminasyon oluşumunu engeller ve böylece probiyotik, omega, vitamin vb. birçok içerikte ürün yapmayı mümkün kılmaktadır. Şekil 2.3' de ise nişastasız üretim hattına ait görsel verilmiştir.



Şekil 2.3 Nişastasız üretim hattı [19]

2.5 Kolajen Proteini ve Yapısı

Kolajen, insanların ve hayvanların özellikle memelilerin deri, kemik, kıkırdak ve tendon gibi farklı bağ dokularında bulunan ve toplam proteinin yaklaşık üçte birini oluşturan oldukça önemli bir proteindir [20]. Kolajen, canlı organizmada yüksek miktarda bulunur. Organizmadaki temel görevi yapısal özellik kazandırmaktır [21].



Şekil 2.4 Kolajen liflerinin yapısı [9]

Kolajen insan vücudundaki proteinlerin %25'ini, insan derisinin de %75'ini oluşturmaktadır [22] Kemik dokusunun %70'i mineral faz, %30'su ise organik matriksden oluşur. Organik matriksin ana bileşeni kolajen Tip I olup matriksin %90'ını meydana getirir [23]. Kolajen proteininin amino asit miktarı 19 adettir. Esansiyel aminoasitlerin bazılarını içerir. Bunlardan, hidroksiprolin kolajenin ısıl stabilitesinin belirlenmesinde rol oynar [24]. Bunun yanında, hidroksiprolin bağ doku yapısının onarımında da rol oynar [25].

2.6 Kolajen ve Kolajen Tipleri

Kolajen ailesi, 28 farklı tipte olup, romen rakamlarıyla numaralandırılmıştır (I – XXVIII) [5]. Kolajen proteini lifli, lifsiz, fibril, mikrofibril ve membran çeşitlerinden oluşmaktadır. Farklı çeşitte en az 20 kolajenin bulunduğu bilinmektedir. Farklı çeşite sahip kolajen tipleri Tablo 2.1'de verilmiştir.

Her kolajen tipi farklı amino asit dizilimine ve moleküler yapıya sahiptir [26]. Farklı kolajen yapılarına ait kolajen tipleri ve dokudaki dağılımları Tablo 2.1' de verilmiştir.

Kolajenler çoğunlukla üç çeşittir. İnsan vücudundaki kolajenlerin %80-90'ınını oluşturan bu tipler Tip I Tip II ve Tip III grubuna aittir. Diğer kolajen tipleri ise çok düşük miktarda olup, özellikle kalp kası, bağırsak mukozası, bazal membran ve akciğer gibi organlarda bulunurlar [12]. Tip I kolajen insan vücudunda en fazla bulunan kolajen tipidir. En dayanıklı kolajen tipi olan Tip I, tendon, kemik, ligamentler ve birçok interstisyel bağ dokusunun ana maddesidir. İnsan derisinin %80'ini Tip I'e aitken, %15'lik bir kısmını ise Tip III kolajeni oluşturmaktadır [13, 10, 20]. Tip II kolajeni ise kıkırdak dokunun başlıca kolajenidir. Kıkırdak dokudaki toplam protein içeriğinin %90-95'ini oluşturur [27]. Yapısında üç α1 (II) zinciri bulunur ve eklem hastalıklarının tedavisinde kullanılır. Tip III kolajeni de ağ oluşturucu tipte bir kolajendir. Üç α1 (III) zincirinden oluşur. Cildin elastikiyetini sağlar ve aynı zamanda cilde sıkılık verir [28].

Tablo 2.1 Kolajen tipleri

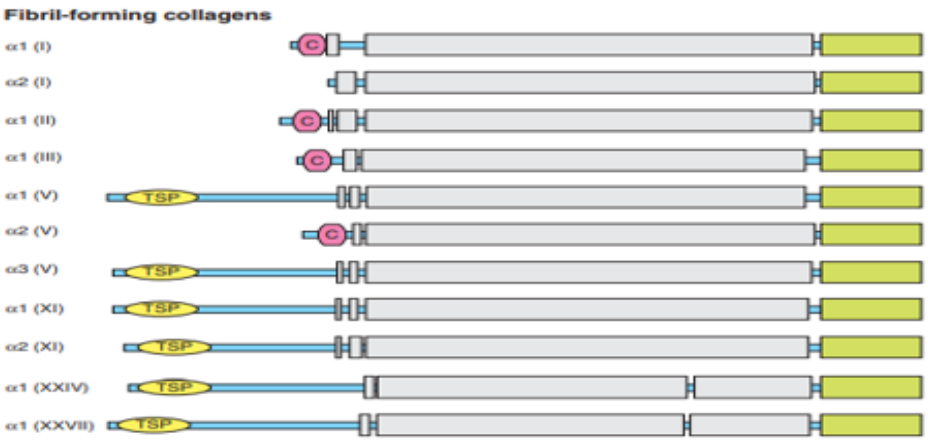
Familya	Tip	Bulunduğu Yer
Fibril kolajenler	I	Tendon, kemik,
	II	Kıkırdak,
	III	Deri,
	V	Akciğer, kornea
	XI	Camsı cisim ve eklem kıkırdağı
Ağ oluşturucu kolajenler		
	VIII	Endotel hücreleri
	X	Hipertrofik kıkırdak

Tablo 2.1 Kolajen tipleri(devamı)

FACIT Kolajenler	IX	Kıkırdak, kornea, camsı cisim
	XII	Perikondrium,ligamentler, tendon
	XIV	Dermis, tendon,plasenta, akciğer
	XIX	Rabdomiyosarkom hücresi
	XX	Embriyonik deri, sternal kıkırdak, tendon
	XXI	Kan damarı duvarı
Ankraj fibrilleri	VII	Oral mukoza, deri
Transmembran kolajenler	XIII	Epidermis, saç folikülü, endomisyum
	XVII	Dermal- epidermal eklemler
Bazal membran kolajenler	IV	Bazal membran
Mikrofibriler kolajen	VI	Deri, kıkırdak, plasenta, omurlar arası disk
Multipleksin	XV	Fibroblastlar, düz kas hücreleri, böbrek
	XVI	Fibroblastlar,amniyon, keratinositler
	XVIII	Karaciğer, akciğer

a) Fibril Oluşturan Kolajenler

Kolajen molekülünün %90'ını oluştururlar. Bu tip kolajenler, bol miktarda bulunurlar ve fibril oluştururlar. Bu fibrillerin boyutları, dokuya göre değişiklik göstererek 12-500 nm aralığında değişmektedir [29]. Bu sınıftaki fibriller, kolajen ve kolajen olmayan proteinler/proteoglikanlardan oluşurlar [30]. Şekil 2.5'de fibril oluşturan kolajen liflerinin yapısı gösterilmiştir.



Şekil 2.5 Fibril oluşturan kolajen liflerinin yapısı [30]

b) Ağ Oluşturan Kolajenler

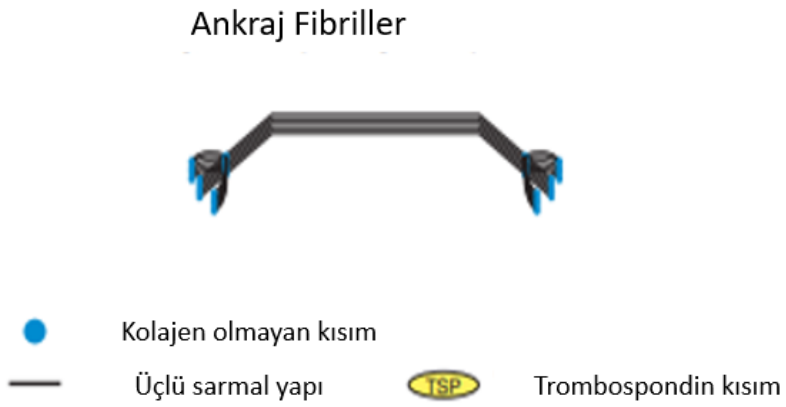
Ağ oluşturucu kolajenler Tip X ve Tip VIII kolajenleridir. Bu kolajenler, kısa zincirli yapıda olup altıgen şeklinde ağlar oluştururlar. Oluşturulan bu kolajen ağları hücre ve dokuları destekler [31].

c) FACIT Yapıdaki Kolajenler

FACIT (fibril-associated collagens) yapıdaki kolajenlerin boyutu kısadır ve kolajen fibrillerin yüzeylerinde bulunurlar [29].

d) Ankraj Fibriller Kolajenler

Bu sınıftaki kolajenlerde en fazla Tip VII kolajeni bulunmaktadır. Tip VII kolajen ekstraselüler matriks için oldukça önemli bir kolajendir [32]. Şekil 2.6' da ise ankraj kolajen yapısına ait görsel verilmiştir.



Şekil 2.6 Ankraj kolajen yapısı [30]

e) Membran Kolajenler

Membran kolajenler 2 sınıfa ayrılırlar: bazal ve transmembran. Bazal membran Tip IV kolajeninden oluşurken, transmembran kolajen tipleri deride bulunur.

2.7 Kolajen Hidrolizat Üretimi

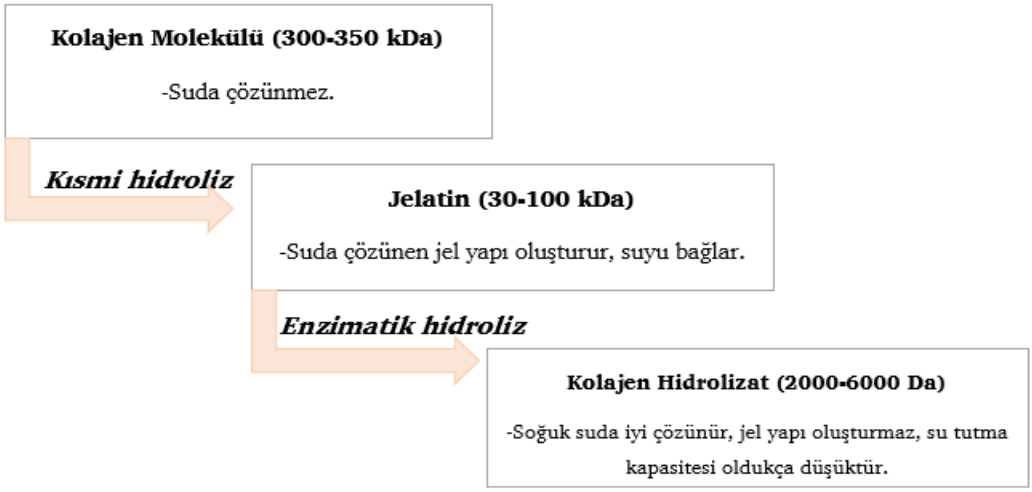
Deri, kemik, tendon ve kıkırdaklar kolajen eldesinde sıklıkla kullanılan hammaddelerdir [33].Ticari olarak kullanılan kolajenlerin birçoğu, özellikle sığır ve domuz gibi memeli hayvanların yan ürünlerinden elde edilmektedir [24]. Ancak, sığırlarda görülen deli dana hastalığı, ayak-ağız hastalığı ve inanca dayalı kısıtlamalar gibi problemler araştırmacıları kolajen için farklı hammaddeler arayışına yönlendirmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, balık yan ürünleri kolajen eldesi için alternatif ve güvenli bir kaynak olarak görülmektedir. Özellikle deri, pul ve yüzgeç gibi kolajence zengin olan yan ürünlere ilgi artmaktadır. Bunun dışında, kümes hayvanı kesim atıklarından kolajen ekstraksiyonu ile ilgili çalışmalar da bulunmaktadır.

Kolajen ekstraksiyonu kullanılan kolajen kaynağına göre farklılık gösterir. Asit ya da alkali bir çözelti kullanımı ile yıkama, seperasyon gibi ön işlemler gerçekleştirilir. Ön işlemden sonra, enzimatik hidroliz ile ürün saflaştırılır. Ardından konsantrasyon, sterilizasyon ve son aşamada püskütmeli kurutma işlemleri ile proses tamamlanır. Kolajen hidrolizat üretimine ait detaylı üretim akış şeması Şekil 2.7'de verilmiştir.



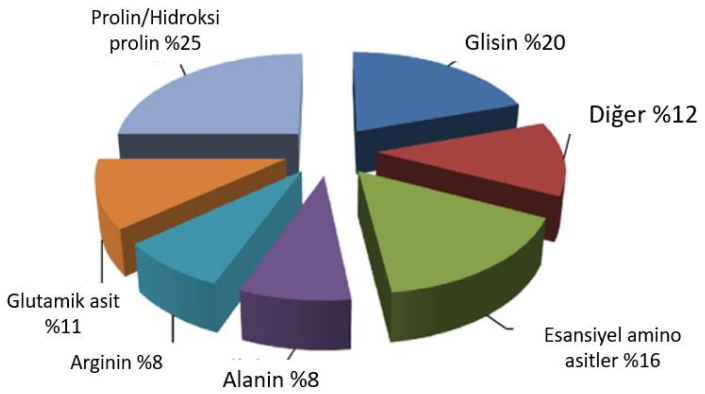
Şekil 2.7 Kolajen hidrolizat üretim akış şeması [26, 32]

Kolajen molekülü suda çözünmeyen bir yapıda olup, 300-350 kDa molekül ağırlığına sahiptir. Kolajen molekülün kısmı hidrolizi sonucunda sanayide birçok alanda kullanılan, suda çözünür, suyu bağlayarak jel oluşturan ve 30-100 kDa molekül ağırlığına sahip jelatin elde edilir. Jelatin hammaddesinin enzimatik hidrolizi sonucunda ise 2000-6000 Da molekül ağırlığına sahip, soğuk suda çok iyi çözünen, jel yapı oluşturmayan ve su tutma kapasitesi düşük olan kolajen hidrolizat elde edilir. Kolajen proteini, jelatin ve kolajen hidrolizatın molekül ağırlıklarının karşılaştırılması Şekil 2.8'de verilmiştir.



Şekil 2.8 Kolajen hidrolizat ve molekül ağırlığı

Kollajen hidrolizat dokuz tanesi esansiyel olan toplam 18 tane amino asit içermektedir. Bu amino asitlerden glisin, prolin ve hidroksiprolin amino asitlerini büyük oranda içerir. Şekil 2.9'da kolajen hidrolizatın amino asit profili gösterilmiştir.



Şekil 2.9 Kolajen hidrolizatın amino asit profili

Amino asitlerin bu özel bileşimi, kolajen hidrolizatın fonksiyonel özelliklerinin harekete geçmesini sağlar [34].

2.8 Kolajen Hidrolizatın Sağlık Üzerine Etkileri

Kolajenin sağlığa yararlı etkilerinin olduğu uzun yıllardır bilinmektedir. St. Hildegard hayvan dokularını incelemiştir ve kolajen/jelatin yemenin ağrıyı azaltarak eklem ağrılarına iyi geldiğini bulmuştur [16]. Geleneksel tıpta ise, kan

dolaşımını iyileştirmek, kanamayı durdurmak ve eklem ağrılarını azaltmak amacıyla kullanılmaktadır [35].

Yapılan birçok çalışmada kolajen kullanımının cilt elastikiyetinde iyileşme gösterdiği ifade edilmiştir. Bunun yanında, kolajen kullanımı ile kayıp kıkırdak dokusunun iyileşmesi, aktiviteye bağlı eklem ağrısının azalması, güçlendirilmiş tendonlar ve bağ dokuları, yaşlı erkeklerde artan yağsız vücut kütlesi ve menapoz öncesi kadınlarda kemik mineral yoğunluğu artışı gözlenmiştir [36].

Belirlenen miktarlarda kolajen hidrolizat kullanımının birçok faydasının yanında kandaki hidroksipirolin konsantrasyonunun artması sonucunda vücutta kolajen sentezinin de arttırdığı deneysel olarak tespit edilmiştir [35, 37, 18].

Almanya ve ABD dahil birçok ülke, kolajenin osteoartrit, romatizmal ağrı ve eklem ağrılarında iyileşmeye yol açtığını kanıtlamak için çok sayıda klinik çalışma yürütmüştür. Bu çalışmalar kapsamında, kolajen hidrolizatın analjezik alımını azalttığını, eklemlerin fonksiyonlarını ve eklemlerin durumunu iyileştirdiği sonucuna varılmıştır [34].

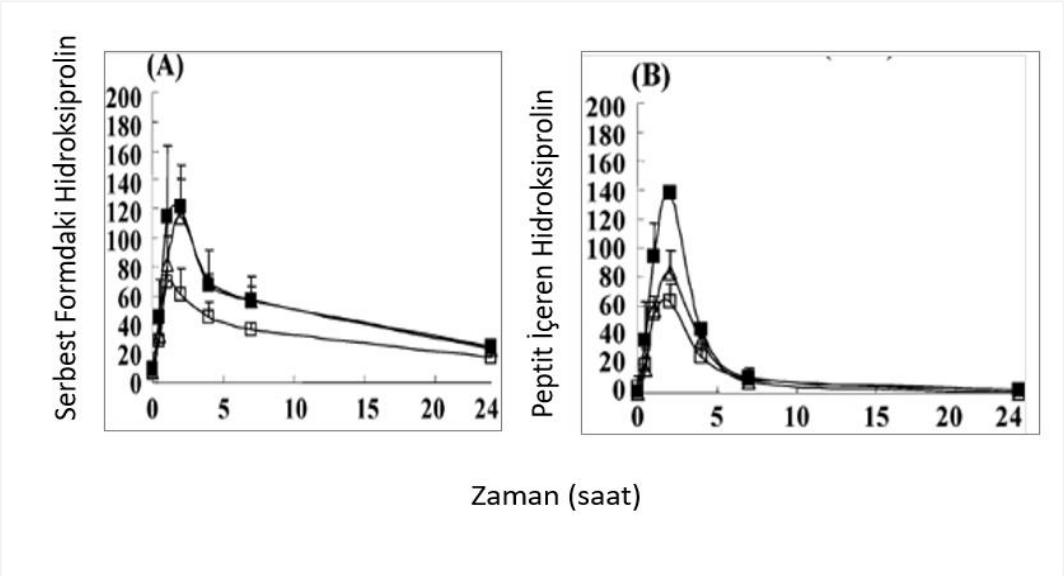
Dolayısıyla kolajen hidrolizatı içeren gıda maddeleri üretimi ile sağlık açısından faydalı fonksiyonel bir ürün geliştirilmesi mümkündür [23].

2.9 Kolajen Hidrolizatın Biyoyararlılığı

Kolajen peptit olarak da bilinen kolajen hidrolizat, yüksek oranlarda sığır, domuz ve balık derisinden elde edilen Tip I ve Tip II kolajen içermektedir. Kolajenin molekül ağırlığı ortalama olarak 2000-5000 Dalton aralığındadır. Düşük molekül ağırlığı sayesinde sindirimi ve biyoyararlılığı oldukça yüksektir. Kolajen hidrolizatın insan vücudunda emilimi kolaydır [38]. Ağız sindirimi sonrasında kolajen hidrolizatın (kolajenaz enzimi ile) %90'dan fazlası sindirilmekte ve kolaylıkla absorbe olmaktadır [38, 39, 40]. Yapılan bir çalışmada, kolajen hidrolizatın oral yoldan alınmasından sonra 0,5−2 saat içinde kandaki hidroksiprolin (Hyp) konsantrasyonunun önemli ölçüde arttığı ve maksimum seviyeye ulaştığı bildirilmiştir [41].

Yapılan çalışmalar, kolajen hidrolizatın oral alım sonrası insan plazmasında tespit edilmiş kolajen peptitlerin yapısının ve miktarının, kolajen tipine ve kolajen kaynağına göre değiştiğini göstermektedir. Kolajen hidrolizatın biyolojik

aktivitesinin kolajen tipine veya kolajen kaynağına bağlı olduğu düşünülmektedir. Şekil 2.10 ve Tablo 2.2'de balık pulu, balık derisi ve domuz derisinden elde edilen kolajen hidrolizatın oral yolla insan vücuduna alımı sonrası kandaki hidroksiprolin seviyelerindeki değişim gösterilmiştir [17].



Şekil 2.10 Balık pulundan ■, balık derisinden □ ve domuz derisi Δ 'nden elde edilen kolajen hidrolizatların ağız yoluyla alımı sonrası plazmadaki **(A)** serbest formdaki hidroksiprolin (Hyp) ve **(B)** hidroksiprolin (Hyp) içeren peptit miktarları [17]

Tablo 2.2 Jelatin hidrolizatlarının oral yolla alınması sonrası insan plazmasındaki serbest form Hyp ve Hyp-İçeren peptit miktarları [17]

	$AUC_{0\text{-}24h}$ (hr nmol/mL)	
Kolajen Hidrolizat	Serbest form Hyp	Hyp içeren peptit
Balık pulu	1238± 116	522± 62
Balık derisi	799± 99	315± 67
Domuz derisi	1194± 305	345± 66

2.10 Jelly Tipi Yumuşak Şeker ve Gıda Takviyesi Olarak Kullanımı

Takviye edici gıda tanımı Türk Gıda Kodeksi 2013/49 numaralı Takviye Edici Gıdalar Tebliğinde "*Normal beslenmeyi takvİye etmek amacıyla, vitamin, mineral, protein, karbonhidrat, lif, yağ asidi, amino asit gibi besin öğelerinin veya bunların dışında besleyici veya fizyolojik etkileri bulunan bitki, bitkisel ve hayvansal kaynaklı maddeler, biyoaktif maddeler ve benzeri maddelerin konsantre veya ekstraktlarının tek başına veya karışımlarının kapsül, tablet, pastil, tek kullanımlık toz paket, sıvı ampul, damlalıklı şişe ve diğer benzeri sıvı veya toz formlarda hazırlanarak günlük alım dozu belirlenmiş ürünler*" şeklinde yapılmıştır. Bunun yanında takviye edici gıdalara ait alt kategoriler de TGK Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği Ek II Bölüm D'de 17 numarada Tablo 2.3'de verilmiştir.

Tablo 2.3 Takviye edici gıdaların alt kategorileri [37]

17	Takviye edici gıdalar, bebek ve küçük çocuklar için kullanılan takviye edici gıdalar hariç
17.1	Kapsüller ve tabletler ve benzeri ürünleri içeren katı formdaki takviye edici gıdalar, çiğnenebilir formda olanlar hariç
17.2	Sıvı formdaki takviye edici gıdalar
17.3	Şurup tipi veya çiğnenebilir formdaki takviye edici gıdalar

Çocuklardan yetişkinlere kadar birçok grup tarafından şekerleme olarak tüketilen jelly yumuşak şekerlemeleri, gıda takviyesi pazarında eğlenceli formu sayesinde *"çiğnenebilir form"* olarak kapsül, tablet, saşe, efervesan gibi sıkıcı formların arasındaki yerini kolaylıkla almıştır. Su gerektirmeden alınabilmesi, yutma güçlüğü çeken kişiler için bir alternatif olması, renkli-eğlenceli ve lezzetli formu ile son yıllarda giderek popülerleşerek öne çıkmayı başarmıştır [41]

3

MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Tez çalışması formülasyonunda kullanılan şeker (Türkşeker, Türkiye), glikoz şurubu (Cargill, Türkiye), sorbitol şurubu (Roquette, Fransa), jelatin (Halavet, Türkiye), sığır kaynaklı tip I kolajen hidrolizat- peptan B 2000 LD (Rousselot, Fransa), sığır kaynaklı tip II kolajen hidrolizat- peptan IIm B (Rousselot, Fransa), balık kaynaklı tip I kolajen hidrolizat-Wellnex HCP30SP (Nitta, Hindistan), sitrik asit (Jungbunzlauer, İsviçre), aroma (Aromsa, Türkiye) ve kaplama yağı (Capol, Almanya)'dan temin edilmiştir.

3.2 Metot

3.2.1 Jelly Tipi Şekerleme Örneklerinin Hazırlanması

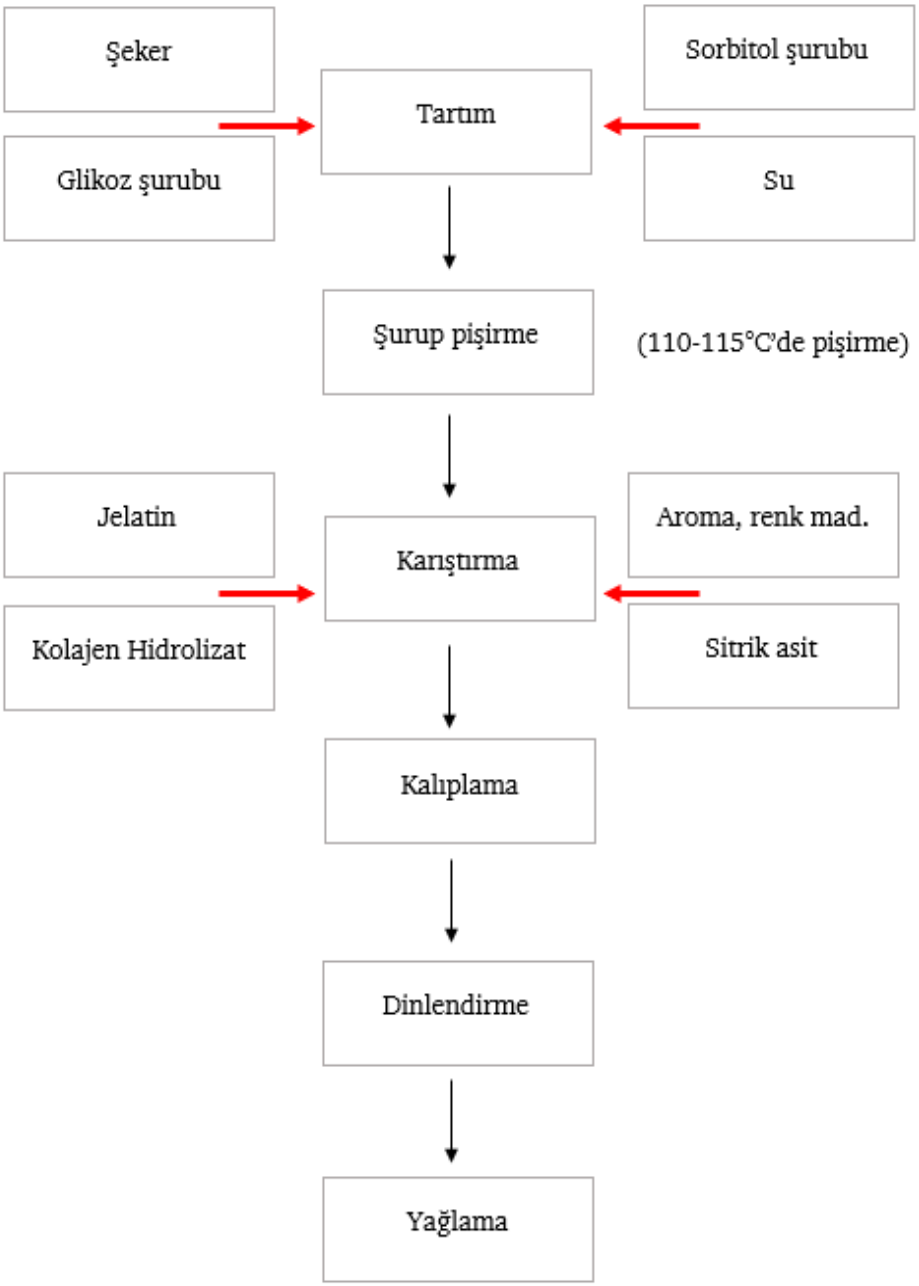
Kolajen hidrolizat katkılı jelly tipi şekerleme örneklerinin formülasyonu Tablo 3.1'de verilmiştir. Formülasyonda jelatin oranı sabit tutularak, farklı kaynaklı kolajen hidrolizatlar %2,5, %5 ve %7,5 oranlarında kullanılmıştır. Kolajen hidrolizat katkılı jelly tipi şekerleme örnekleri için toplam 10 adet formülasyon oluşturulmuştur. Kolajen hidrolizat içermeyen jelatin bazlı jelly tipi şeker kontrol örneği, sığır kaynaklı Tip I ve Tip II kolajen hidrolizat içeren ve balık kaynaklı Tip I kolajen hidrolizat içeren jelly tipi şeker örnekleri Tablo 3.1'e göre üretilmiştir. Jelly tipi şekerleme örnekleri şeker, glikoz ve sorbitol şurubu, su, jelatin-kolajen hidrolizat toz karışımı ve sitrik asit kullanılarak laboratuvarda hazırlanmıştır.

Tablo 3.1 Kolajen hidrolizat katkılı jelly tipi şekerleme örneklerinde girdiler ve oranları

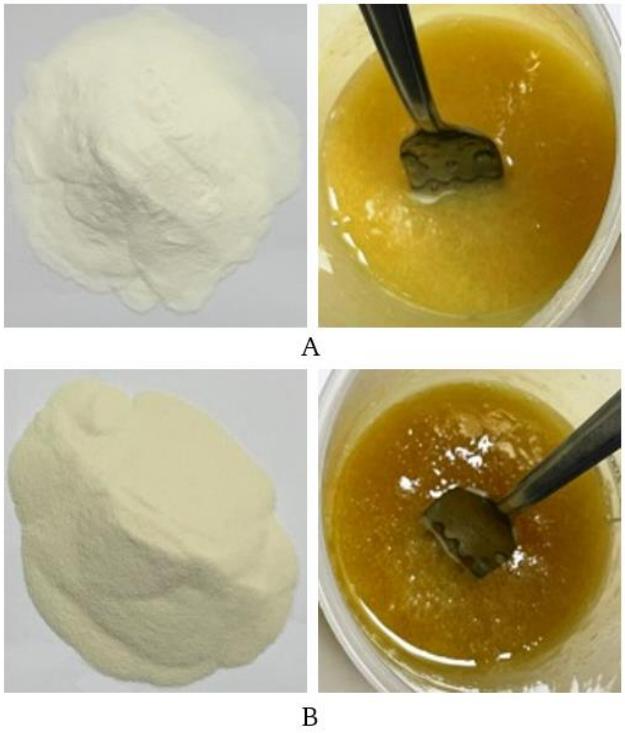
Örnek kodu/Bileşenler	Kolajen hidrolizat tipi	Kolajen hidrolizat (%)	Diğer bileşenler (%)
Kontrol	-	0	93,3
SK25	Tip II	2,5	90,8
SK50	Tip II	5,0	88,3
SK75	Tip II	7,5	85,8
BK25	Tip I	2,5	90,8
BK50	Tip I	5,0	88,3
BK75	Tip I	7,5	85,8

Kodlama: SK25: %2,5 Sığır Kolajeni, SK50: %5 Sığır Kolajeni, SK75: %7,5 Sığır Kolajeni, BK25: %2,5 Balık Kolajeni, BK50: %5 Balık Kolajeni, BK75: %7,5 Balık Kolajeni.

Şekil 3.1'de jelly tipi şekerleme örneklerinin hazırlanmasına dair üretim şeması gösterilmiştir. Kolajen hidrolizat içermeyen jelatin bazlı jelly tipi kontrol örneğinin üretimi, şeker, glikoz şurubu, sorbitol şurubu ile suyun karıştırılarak 110-115 ^{o}C sıcaklıkları arasında pişirilmesiyle başlamıştır. Jelatin 70-75 ^{o}C' de ısıtılan suyun içerisinde çözündürülerek soğutulmuş (80-85 ^{o}C) şurup miksine ilave edilmiştir. Diğer jelly tipi şekerleme örneklerinin üretimi de aynı şekilde olup, jelatin ve kolajen hidrolizat karışımı, 70-75 ^{o}C' de ısıtılan suyun içerisinde birlikte çözündürülmüştür. Daha sonra pişirilen şeker bazı 80-85^{o}C'ye soğutulmuştur ve üzerine jelatin-kolajen hidrolizat solüsyonu ilave edilmiştir (Şekil 3.2).

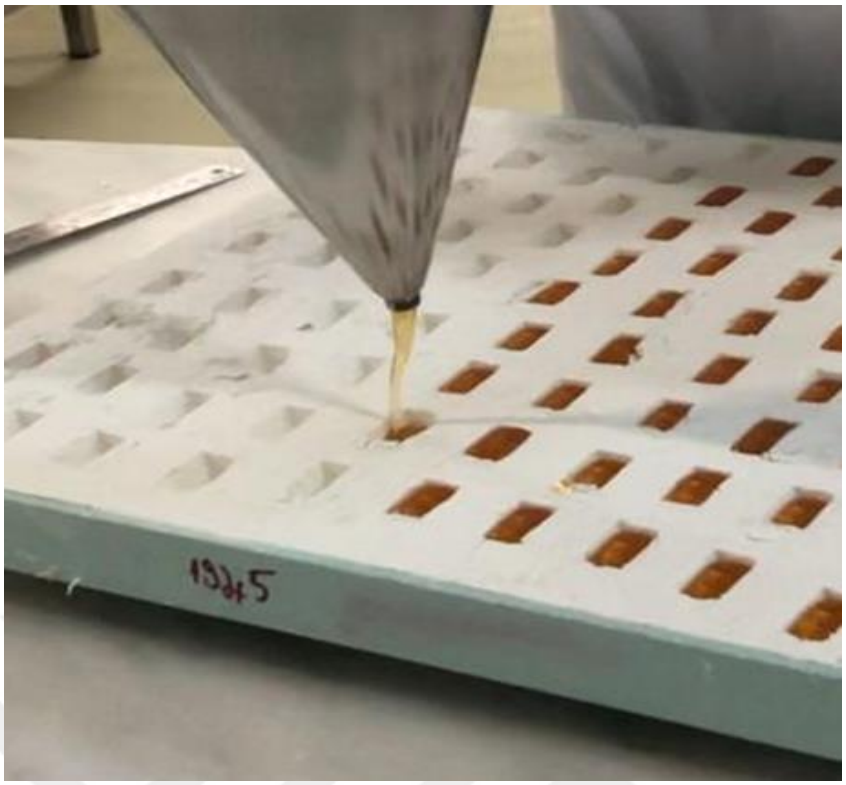


Şekil 3.1 Kolajen hidrolizat ilaveli jelly tipi şekerleme üretim akış şeması



Şekil 3.2. Kolajen hidrolizat toz hali ve sulu solüsyonu A: balık kaynaklı kolajen hidrolizat ve sulu solüsyonu, B: sığır kaynaklı kolajen-hidrolizat ve sulu solüsyon

Tüm örnekler için son karışıma 1:1 oranında su ile hazırlanmış sitrik asit çözeltisi, aroma ve renklendirici ilavesi yapılmıştır. Son aşamada, şekillendirilmiş nişasta tepsisine 77-78° briks değerinde depozit edilmiştir (Şekil 3.3). Jelly tipi yumuşak şeker örnekleri 36-48 saat nişasta kalıplarında bekletilerek 83° briks değerine ulaşması sağlanmıştır. Bu briks değerine ulaşan jelly tipi şekerleme örnekleri kalıptan çıkartılarak yağlanmıştır. Yağlanan jelly tipi şeker örneklerinde fizikokimyasal (renk, su aktivitesi, pH) ve tekstür analizleri gerçekleştirilmiştir.

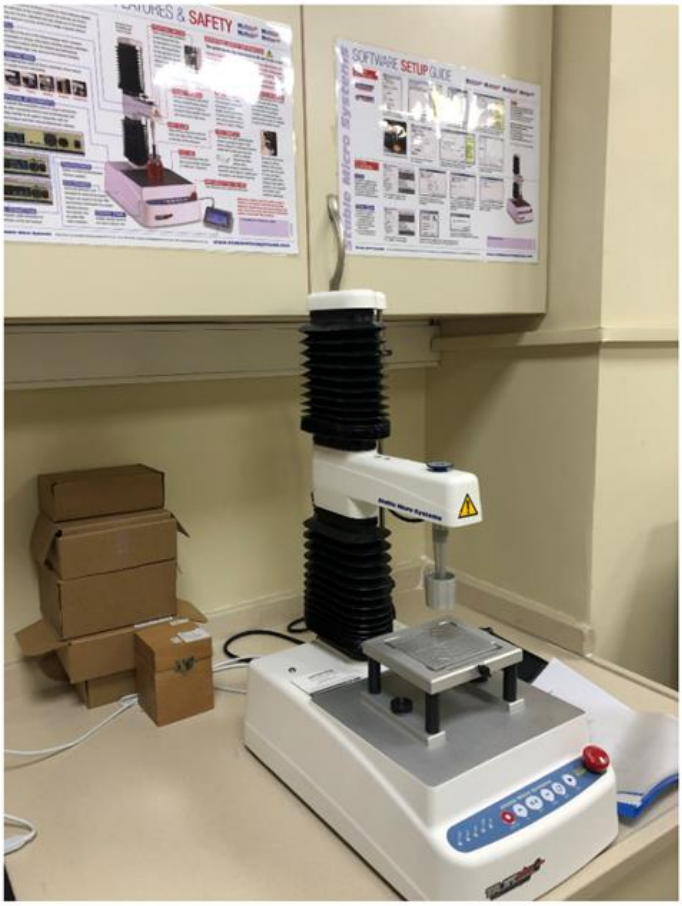


Şekil 3.3 Son şurup depozit etme ve kalıplama prosesi

3.2.2 Jelly Tipi Şekerleme Örneklerinde Yapılan Analizler

3.2.2.1 Tekstürel Özelliklerin Belirlenmesi

Jelly tipi şekerleme örneklerinin tekstürel özellikleri (TPA), (TA.HD Plus, Stable Micro Systems, Godalming, İngiltere) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4). Analizde çapı 36 mm olan silindirik prob ile 5 kg'lık yük hücresi kullanılarak jelly tipi şekerleme örneklerinin deformasyona uğraması için gerekli kuvvet belirlenmiştir. TPA testi, örneğin ağızdaki çiğneme etkisini simüle etmek ve aynı zamanda viskoelastik malzemelerin deformasyon parametrelerini ölçmek için kullanılmaktadır. Analiz sonucunda tekstür parametrelerinden sertlik, elastikiyet, molekül içi yapışkanlık ve sakızımsılık değerleri elde edilmiştir. Analiz her örnek için 4 tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır.



Şekil 3.4 Tekstür profili analizi cihazı

3.2.2.2 Duyusal Özelliklerin Belirlenmesi

Jelly tipi şekerleme örneklerinin duyusal değerlendirmesi 18 kişilik (11 kadın, 7 erkek) eğitimli Kervan Gıda Ar-Ge ekibi tarafından gerçekleştirilmiştir. Jelly tipi şekerleme örneklerine ait tat, koku, görünüm, renk, parlaklık, sertlik ve genel beğeni parametreleri panalistler tarafından değerlendirilmiştir. Değerlendirmede hedonik skala (1: çok kötü, 5: çok iyi) kullanılmıştır. Puanlama testi tekniği kullanılarak elde edilen sonuçlar varyans analizi ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme formu Şekil 3.5'de verilmiştir.

DUYUSAL PUANLAMA

Panelistin adı:

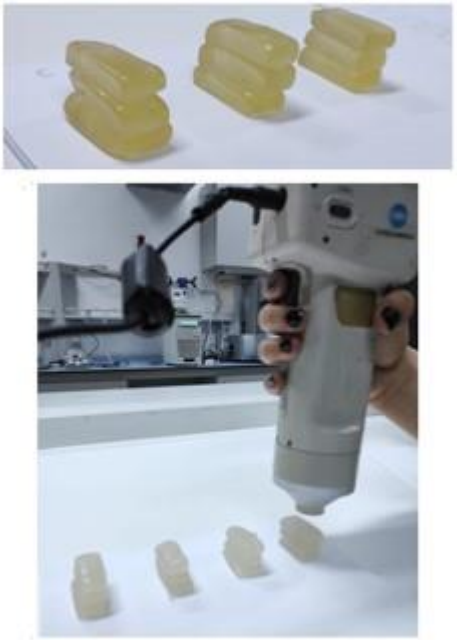
Açıklama: Size numaralandırılmış olarak sunulan örnekleri kalite kriterleri içerisinden ayrı ayrı 5 puan üzerinden değerlendiriniz. 1: çok kötü 2: kötü 3: orta 4: iyi 5: çok iyi

Kalite kriterleri	792	681	534	476	329	210	132
Yapı							
Görünüş							
Tat							
Koku							
Genel beğeni							

Şekil 3.5 Duyusal analiz formu örneği

3.2.2.3 Renk Değerlerinin Belirlenmesi

Jelly tipi şekerleme örneklerinin renk değerleri kolorimetre cihazı (Chroma Meter CR-400, Konica Minolta, Japonya) kullanılarak 5 paralelli olarak ölçülmüştür. Jelly tipi yumuşak şeker örnekleri şeffaf oldukları için ışık geçirgenliği renk sonuçlarını etkileyecektir. Bu nedenle, örnekler üçer adet üst üste konularak beyaz bir zemin üzerinde ölçümler gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.6)



Şekil 3.6 Jelly tipi şekerleme örneklerinde Konica Minolta kolorimetresi ile yapılan renk analizine ait görsel

Renk parametrelerinden L^* (parlaklık), a^* (±kırmızı-yeşil) ve b^* (± sarı-mavi) renk değerleri elde edilmiştir.

3.2.2.4 Su Aktivitesinin Belirlenmesi

Jelly tipi şekerleme örneklerine ait su aktivitesi ölçümü, su aktivitesi cihazı (LabMaster, Novasina, İsviçre) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir örnek için analiz 2 paralelli olarak çalışılmıştır.

3.2.2.5 Suda Çözünür Kuru Madde (Briks, Bxº) Tayini

Jelly tipi şekerleme ürünlerinin üretimi sırasında briks tayininde hızlı bir yöntem olan refraktometre kullanılmaktadır [15]. Jelly tipi şekerleme örneklerinin briks değerleri (Atago, Japonya) dijital refraktometre kullanılarak elde edilmiştir. Küçük hazneye numune damlatılarak briks değeri kaydedilmiştir. Cihazı kalibre etmek için oda sıcaklığında distile su kullanılmıştır. Jelly örneklerinin briks değeri eşitlik 2.3'de verilen formül ile hesaplanmıştır.

$$\%\ Suda\ çözünür\ kuru\ madde\ = \frac{(A)\ x\ (B)}{(C)} \qquad (3.1)$$

A= Okunan briks değeri (Bxº)

B= Örneğin seyreltildiği hacim (mL)

C=Örnek miktarı (g)

3.2.2.6 pH Analizi

Distile su ile 40-50°C' de seyreltilerek eritilen jelly örneklerinin pH değeri (Mettler Toledo, İsviçre) pH metre ile 25°C' de ölçülmüştür.

3.2.2.7 Hızlandırılmış Raf Ömrü Analizi

Gıdaların raf ömrü, gıda ürününü maruz kaldığı tipik saklama koşullarında tutarak, ürünün yapısında kimyasal, mikrobiyolojik ve fiziksel değişikliklerin meydana gelmesi ve bu değişikliklerin ölçülmesiyle belirlenmiştir [42]. Hızlandırılmış raf ömrü çalışmaları ise, normal depolama koşullarında meydana gelen bozulma durumunu kontrollü sıcaklık, bağıl nem ve ışık koşullarında hızlandıran çalışmalardır [43]. Jelly tipi şekerleme örneklerinin hızlandırılmış raf ömrü analizi, 30±1ºC ve % 60-65 nem değerlerine ayarlanmış iklimlendirme kabininde yapılmıştır. Örnekler 2 haftada bir 2 ay boyunca analiz edilmiştir.

Hızlandırılmış raf ömrü analizleri boyunca jelly tipi şeker örneklerine ait su aktivitesi, briks ve tekstürel değişimler incelenmiştir.

3.2.2.8 İstatiksel Analiz

Kolajen hidrolizat ilaveli jelly tipi şekerleme örnekleri için yapılan analizlerin sonuçları ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Analiz sonuçlarının istatistiksel açıdan önemini belirlemek için ANOVA varyans analizi gerçekleştirilmiştir. SPSS Statistics (20) programı kullanılarak elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde istatistiksel açıdan önem seviyesini belirten $p<0,05$ olarak kullanılmıştır.

4
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Jelly Tipi Şekerleme Örneklerinin Fiziko-kimyasal Özellikleri

Kolajen hidrolizat ilaveli jelly tipi şekerleme örneklerinde, farklı kaynaklı kolajen hidrolizat kullanımının pH, renk, tekstürel ve duyusal özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

4.1.1 Jelly Örneklerinin pH Değerleri

Son ürün jelly tipi şekerlemelerinin pH değeri %3,65-4,49 arasında değişmektedir. Tablo 4.1' de jelly tipi şekerleme örneklerine ait pH değerleri gösterilmiştir. Bu çalışmadaki jelly tipi şekerleme ürünlerinde iyi bir lezzet ve jelleşme kalitesi için pH değerleri 4,0 değerine ayarlanmıştır. Kullanılan kolajen miktarı arttıkça, pH değeri yükselmiştir. Bundan dolayı, tüm formülasyonda aynı pH değerini oluşturmak için sitrik asit sabit miktarlarda kullanılmamıştır. Tablo 4.1 incelendiğinde, örnekler arasında farklılıklar görülmektedir ($p<0,05$). Bu farklılıklar eklenen kolajenin pH değerini etkilemesinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.1 Jelly örneklerinin pH değerleri

Örnek	pH
Kontrol	$3,65\pm0,03^{d}$
SK25	$4,49\pm0,06^{a}$
SK50	$4,03\pm0,05^{b}$
SK75	$3,93\pm0,04^{c}$
BK25	$4,11\pm0,06^{b}$
BK50	$4,06\pm0,03^{b}$

Tablo 4.1 Jelly örneklerinin pH değerleri (devamı)

BK75	$4,08 \pm 0,03^{b}$

Kodlama: SK25: %25 Sığır Kolajeni, SK50: %5 Sığır Kolajeni, SK75: %7,5 Sığır Kolajeni, BK25: %2,5 Balık Kolajeni, BK50: %5 Balık Kolajeni, BK75: %7,5 Balık Kolajeni.

4.1.2 Jelly Örneklerinin Briks Değerleri

Jelly örneklerinin briks değerleri, hzlandırılmış raf ömrü analizi ugulanarak elde edilmiştir. Hızlandırılmış raf ömrü testleri, ürünün stabilitesinin belirlenmesinin yanı sıra, ürün güvenliğinin belirlenmesi, sorun giderme ve ürünün ambalajlama performansı için de gereklidir [44]. Jelly, yumuşak şeker gibi şekerleme ürünlerinin raf ömrü, depolama sırasında meydana gelen duyusal özelliklerin kaybına bağlıdır. Nem, şekerlemelerin raf ömrünün belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Aynı zamanda, şekerlemelerin tekstürünün belirlenmesinde de önemlidir [4]. Nem varlığında tekstürü etkilenen şekerlemeler için depolama sırasında doku profili analizi (TPA) gerçekleştirilir [45]. Hızlandırılmış raf ömrü çalışmalarında enstrümantal, fiziksel ve kimyasal analizler ile ölçümler gerçekleştirilmektedir. Çalışmada hızlandırılmış raf ömrü analizi tekniği kullanılarak jelly tipi şekerlemede kullanılan farklı kolajen hidrolizat kaynakları ile hazırlanan örneklerin suda çözünen kuru madde değeri (Briks), dijital refratometre kullanılarak belirlenmiştir. Jelly tipi şekerleme örnekleri üretildikten sonra hızlandırılmış raf ömrü testi koşullarında (30°C, %60-65 RH) muhafaza edilmişlerdir. Farklı kolajen hidrolizat kaynaklı jelly tipi şekerleme örneklerinin hızalndırılmış raf ömrü testine ait briks değerleri Tablo 4.2'de verilmiştir. Jelly örneklerinin briks değerleri 81-84 Bx^{o} değerleri arasında değişim göstermiştir. Tablo 4.2 incelendiğinde, depolama süresi boyunca tüm örnekler için briks değerlerinin azaldığı görülmektedir. Kontrol örneğinin başlangıç briks değeri 83.85 iken, depolama sonundaki briks değeri 82,01 değerindedir. Sığır kaynaklı kolajen hidrolizat örneğinin başlangıç briks değeri 84,02 iken, depolama sonundaki briks değerinin 81,7 değerine düştüğü görülmektedir. Farklı kolajen

hidrolizat kaynaklı jelly örneklerinin briks değerleri arasında farklılıklar bulunmaktadır ($p<0,05$).

Tablo 4.2 Farklı kolajen hidrolizatlarla hazırlanan örneklerin briks değerlerinin zamana bağlı değişimi

Örnek/Gün	Başlangıç	2.hafta	4.hafta	6.hafta	8.hafta
Kontrol	$83,85\pm0,10^{a,A}$	$83,90\pm0,11^{b,A}$	$81,75\pm0,16^{e,C}$	$82,2\pm0,10^{c,B}$	$82,0\pm0,12^{ab,BC}$
SK25	$82,82\pm0,09^{c,A}$	$83,00\pm0,16^{d,A}$	$82,32\pm0,13^{d,B}$	$82,3\pm0,19^{bc,B}$	$82,0\pm0,18^{ab,B}$
SK50	$84,12\pm0,07^{a,A}$	$84,37\pm0,07^{a,A}$	$83,40\pm0,20^{a,B}$	$82,8\pm0,18^{a,C}$	$81,9\pm0,07^{ab,D}$
SK75	$84,02\pm0,16^{a,A}$	$83,47\pm0,16^{c,B}$	$82,7\pm0,16^{bc,C}$	$82,1\pm0,16^{c,D}$	$81,7\pm0,17^{bc,D}$
BK25	$84,42\pm0,11^{d,A}$	$82,72\pm0,16^{d,A}$	$82,2\pm0,17^{d,B}$	$82,2\pm0,13^{c,B}$	$82,3\pm0,11^{aB}$
BK50	$82,75\pm0,10^{c,AB}$	$82,92\pm0,13^{d,AB}$	$83,1\pm0,10^{ab,A}$	$82,7\pm0,10^{ab,B}$	$82,3\pm0,11^{a,C}$
BK75	$83,52\pm0,07^{b,A}$	$83,60\pm0,06^{bc,A}$	$82,7\pm0,10^{bcd,B}$	$81,9\pm0,07^{c,C}$	$81,9\pm0,07^{c,D}$

Kodlama: SK25: %2,5 Sığır Kolajeni, SK50: %5 Sığır Kolajeni, SK75: %7,5 Sığır Kolajeni, BK25: %2,5 Balık Kolajeni, BK50: %5 Balık Kolajeni, BK75: %7,5 Balık Kolajeni.

* Üstsel küçük harfler, aynı depolama süresine sahip örnekler arasında farklı kolajen hidrolizat kullanımına bağlı farklılıkları belirtmektedir ($P<0,05$); Üstsel büyük harfler, her bir örnek grubunu ilgili parametrenin depolama süresine bağlı farklılıkları belirtmektedir ($P<0,05$); Analizler dört tekerrürlü olup, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

Jelly tipi şekerleme örneklerinde depolama süresince örneklerin briks değerleri arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır ($p<0,05$). Genellikle, örneklerde ilk iki hafta boyunca briks değerleri benzer olup, zaman geçtikçe bu değerlerin azaldığı görülmektedir. Depolama öncesinde en düşük briks değeri SK25 ($82,8\pm0,09$ Bx°), en yüksek briks değeri BK25 ($84,4\pm0,11$) jelly örneğine aittir. Depolama sonrasında ise en düşük briks değeri $81,7\pm0,17$ SK75, en yüksek briks değeri $82,3\pm0,11$ ile BK25 ve BK50 örnekleri göstermiştir.

4.1.3 Jelly Örneklerinin Su Aktivitesi Değerleri

Hızlandırılmış raf ömrü analizi sonunda jelly tipi şekerleme örneklerinin su aktivitesi değerleri Tablo 4.3'de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara varyans analizi uygulanarak örnekler arasındaki farklılıklar yorumlanmıştır.

Jelly örneklerinin başlangıçtaki su aktivite değerleri benzerdir. Depolama süresince örneklerin kendi aralarındaki su aktivite değerleri arasında farklılıklar oluşmuştur. Depolama süresi boyunca kontrol, SK25, SK50 örneklerinin su aktivite değerlerinde farklılıklar mevcuttur.

Tablo 4.3 Farklı kolajen hidrolizatlarla hazırlanan örneklerin su aktivitesi değerlerinin zamana bağlı değişimi

Örnek/ Gün	Başlangıç	2.hafta	4.hafta	6.hafta	8.hafta
Kontrol	0,688±0,001 ^{b,A}	0,681±0,001 ^{c,B}	0,681±0,0 ^{b,B}	0,687±0,001 ^{a,A}	0,689±0,001 ^{a,A}
SK25	0,699±0,001 ^{a,A}	0,696±0,003 ^{a,A}	0,689±0,010 ^{ab,B}	0,687±0,004 ^{a,B}	0,687±0,002 ^{a,B}
SK50	0,684±0,002 ^{b,B}	0,688±0,001 ^{b,AB}	0,689±0,001 ^{a,A}	0,688±0,001 ^{a,A}	0,689±0,002 ^{a,A}
SK75	0,686±0,002 ^{b,A}	0,684±0,002 ^{bc,A}	0,687±0,001 ^{ab,A}	0,687±0,003 ^{a,A}	0,691±0,004 ^{a,A}
BK25	0,687±0,010 ^{b,A}	0,690±0,004 ^{ab,A}	0,691±0,004 ^{a,A}	0,683±0,007 ^{a,A}	0,688±0,001 ^{a,A}
BK50	0,686±0,010 ^{b,A}	0,686±0,001 ^{b,A}	0,688±0,001 ^{a,A}	0,689±0,0 ^{a,A}	0,688±0,001 ^{a,A}

Tablo 4.3 Farklı kolajen hidrolizatlarla hazırlanan örneklerin su aktivitesi değerlerinin zamana bağlı değişimi (devamı)

BK75	0,688±0,010 ^{b,A}	0,686±0,001 ^{bc,A}	0,690±0,001 ^{a,A}	0,687±0,001 ^{a,A}	0,691±0,004 ^{a,A}

Kodlama: SK25: %2,5 Sığır Kolajeni, SK50: %5 Sığır Kolajeni, SK75: %7,5 Sığır Kolajeni, BK25: %2,5 Balık Kolajeni, BK50: %5 Balık Kolajeni, BK75: %7,5 Balık Kolajeni.

* Üstsel küçük harfler, aynı depolama süresine sahip örnekler arasında farklı kolajen hidrolizat kullanımına bağlı farklılıkları belirtmektedir (P<0,05); Üstsel büyük harfler, her bir örnek grubunu ilgili parametrenin depolama süresine bağlı farklılıkları belirtmektedir (P<0,05); Analizler dört tekerrürlü olup, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

4.1.4 Jelly Örneklerinin Renk Değerleri

Jelly örneklerinin renk analizi sonucunda, kırmızı renk maddesi ile üretilmiş jelly tipi şekerleme örnekleri ile renk maddesi ilave edilmemiş jelly tipi şekerleme örneklerinin L*, a* ve b* renk değerleri elde edilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Kontrol, %7,5 balık ve sığır kolajen ilaveli jelly örneklerinin görselleri

Jelly tipi şekerleme örneklerinin renk analizi sonuçları Tablo 4.4 ve Tablo 4.5'de verilmiştir. Sığır ve balık kolajen hidrolizatlı örneklerden %7,5 formülasyonlu jelly örnekleri ve kontrol örneği arasında renk analizi sonuçları karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.4 Renk maddesi ilave edilmemiş jelly örneklerinin renk değerleri

Örnekler	L*	a*	b*
Kontrol	36,87±0,13[b]	1,16±0,14[a]	2,29±0,50[c]
BK75	48,58±1,21[a]	-0,23±0,13[c]	7,80±0,20[a]
SK75	46,90±1,88[a]	0,56±1,19[b]	5,60±0,55[b]

Kodlama: SK75: %7,5 Sığır Kolajeni, BK75: %7,5 Balık Kolajeni.

Renk parametrelerinden olan L* değeri parlaklığı ifade etmektedir. Tablo 4.4 incelendiğinde, sığır kolajen hidrolizat ilaveli jelly örneği ile balık kolajen hidrolizat ilaveli örneğin L* değeri arasında benzerlik bulunmaktadır. Renk parametrelerinden a* değeri ise kırmızı-yeşil eksen değerini tanımlar. a* değeri pozitif değerlerde kırmızılığı ifade ederken negatif değerlerde yeşilliği tanımlar. Balık kolajen hidrolizat ilaveli jelly örneğinin a* değeri negatif değerde olup yeşil eksen değerine yakındır. Bu durum, kullanılan kolajen hidrolizat kaynaklarının farklı olmasından kaynaklanabilir. Renk analizindeki b* değeri, sarı-mavi ekseni değerini tanımlar. b* değeri pozitif değerlerde sarılığı, negatif değerlerde ise maviliği ifade eder. Bu değer incelendiğinde, tüm örneklerin birbirlerinden farklı olduğu görülmektedir. Kırmızı renk maddesi ilave edilmiş jelly örneklerinin renk analizi sonuçları incelendiğinde (Tablo 4.5), sığır kolajen hidrolizat ilaveli örnek ile balık kolajen hidrolizat ilaveli örnek arasında farklılık bulunmaktadır. Renk maddesi ilave edilmiş jelly örneklerinin L* değerleri 30,28-33,51 arasında olup, renk maddesi ilave edilmemiş jelly örneklerine göre daha düşük değerlerde sonuç vermiştir. Bu durum, kullanılan renk maddesinin açıklık-koyuluk değerini etkilediğini göstermektedir. Jelly örneklerinin a* değerleri ise pozitif değerde olup, birbirlerinden farklıdır. Sığır kolajen hidrolizat ilaveli örnek ile kontrol örneğinin b* değerleri benzer olup negatif değerdedir.

Tablo 4.5 Renk maddesi ilave edilmiş jelly örneklerinin renk değerleri

Örnekler	L*	a*	b*
Kontrol	31,33±1,10[b]	7,61±1,12[c]	-1,47±0,44[b]
BK75	33,51±1,02[a]	13,7±0,50[a]	0,43±0,04[a]
SK75	30,28±0,55[b]	10,9±0,60[b]	-1,32±0,13[b]

Kodlama: SK75: %7,5 Sığır Kolajeni, BK75: %7,5 Balık Kolajeni.

4.1.5 Jelly Örneklerinin Tekstürel Özellikleri

Tekstür profil analizi (TPA) testi, çiğneme etkisini simüle etmek ve jel sistemleri gibi viskoelastik malzemelerin deformasyon parametrelerini ölçmek için yaygın bir şekilde kullanılan analiz yöntemidir [46]. Jelly tipi şekerleme örneklerinin tekstürel özellikleri oldukça önemlidir. Farklı kaynaklardan elde edilmiş kolajen hidrolizatlar jelly örneklerinde kullanılmış ve örneklerin sertlik, elastikiyet, sakızımsılık ve yapışkanlık tekstürel özellikleri incelenmiştir (Tablo 4.6). Sertlik parametresi 657,2- 916 g, elastikiyet 0,16- 0,19 mm, molekül içi yapışkanlık 0,23-0,28 ve sakızımsılık 164,7-244,9 arasında bir değişim göstermiştir. Tekstür sonuçları incelendiğinde, balık kolajen hidrolizat ilaveli örneklerin sertlik değeri, sığır kolajen hidrolizat ilaveli örneklerin sertlik değerinden daha düşük çıkmıştır. Gıda sanayinde, her firma kendi müşteri beğenisine göre jelly ürünlerinin tekstürel parametrelerini kabul etmekte ve bundan dolayı literatürde veya piyasada kabul görmüş tekstür parametreleri bulunmamaktadır [47].

Tablo 4.6 Jelly örneklerinin tekstürel özellikleri

Örnekler	Sertlik (g)	Elastikiyet (mm)	Molekül İçi Yapışkanlık	Sakızımsılık (g)
Kontrol	916,0± 27,8[a]	0,184±0,014[ab]	0,271±0,016[a]	244,9±19,7[a]
SK25	895,4±8,6[a]	0,180±0,012[ab]	0,260±0,017[ab]	236,4±17,1[ab]

Tablo 4.6 Jelly örneklerinin tekstürel özellikleri (devamı)

SK50	850,6±75,5^{ab}	0,187±0,013^{ab}	0,255±0,017^{ab}	216,4±22,6^{b}
SK75	657,2±16,6^{d}	0,190±0,010^{ab}	0,251±0,014^{ab}	164,7±5,35^{c}
BK25	793,6±40,8^{bc}	0,198±0,010^{a}	0,287±0,019^{a}	227,2±15,02^{ab}
BK50	767,6±46,5^{bc}	0,163±0,010^{a}	0,235±0,015^{b}	180,1±5,4^{c}
BK75	701,5±75,3^{cd}	0,163±0,010^{a}	0,250±0,015^{ab}	180,1±17,05^{c}

Kodlama: SK25: %2,5 Sığır Kolajeni, SK50: %5 Sığır Kolajeni, SK75: %7,5 Sığır Kolajeni, BK25: %2,5 Balık Kolajeni, BK50: %5 Balık Kolajeni, BK75: %7,5 Balık Kolajeni.

4.1.6 Jelly Örneklerinin Tekstürel Stabilite Değerleri

Çalışmada hızlandırılmış raf ömrü analizi tekniği kullanılarak jelly tipi şekerlemelerde kullanılan farklı kolajen hidrolizat kaynakları ile hazırlanan örneklerin tekstürel stabilitesi incelenmiştir (Tablo 4.7). Jelly tipi şekerleme örnekleri üretim sonrası iklimlendirme kabinine alınarak hızlandırılmış raf ömrü testi koşullarında (30°C, %60-65 RH) muhafaza edilmişlerdir.

Jelly örneklerinin depolama süresince sertlik özelliklerinde önemli derecede değişiklikler meydana gelmemiştir. İki ay boyunca bütün örneklerin sertlik değerleri benzer değerlerde sonuç vermiştir.

Tablo 4.7 Farklı kolajen hidrolizat kaynakları ile hazırlanan örneklerin tekstürel özellikleri ve zamana bağlı değişimi

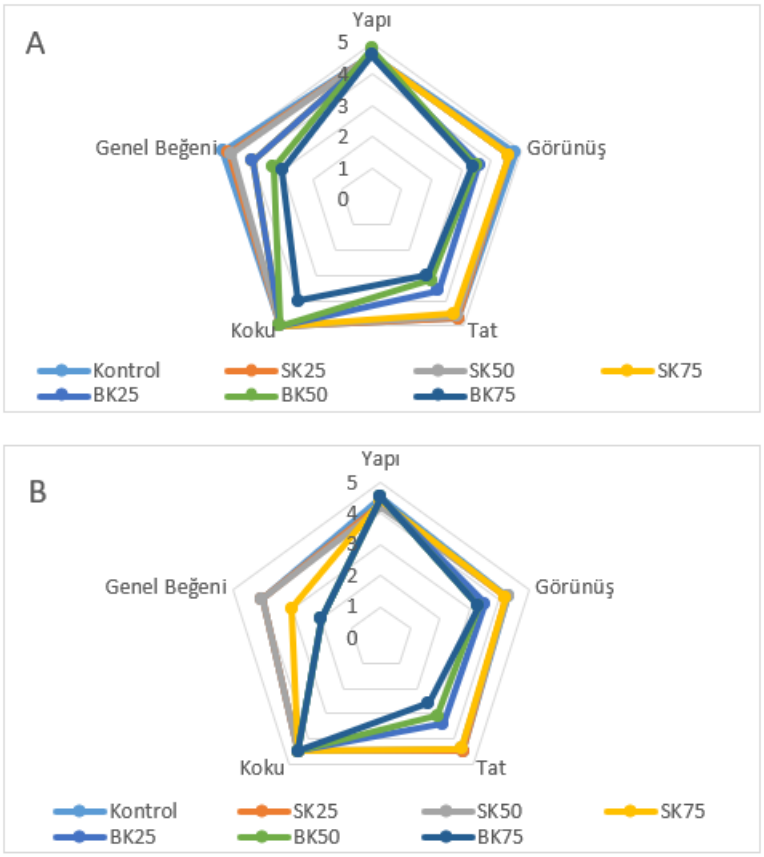
	Gün	Başlangıç	2.hafta	4.hafta	8.hafta
Sertlik (g)	Kontrol	916,08±27,8^{a,A}	887,9±17,80^{a,A}	892,7±9,4^{a,A}	903,8±7,40^{a,A}
	SK25	895,4±8,61^{a,A}	891,09±5,6^{a,A}	896,2±15,1^{a,A}	870,5±19,09^{ab,A}
	SK50	850,6±75,56^{ab,A}	887,07±21,64^{a,A}	834,9±44,5^{b,A}	835,4±26,29^{bc,A}
	SK75	657,2±16,68^{d,B}	673,7±6,2^{d,BA}	678,7±2,26^{e,A}	686,9±5,79^{f,A}
	BK25	793,6±40,88^{bc,A}	798,5±18,04^{b,A}	800,7±3,16^{bc,A}	802,5±13,20^{cd,A}
	BK50	767,6±46,50^{bc,A}	773,2±8,7^{b,A}	777,5±16,1^{c,A}	784,4±19,19^{d,A}
	BK75	701,5±75,33^{cd,A}	711,7±31,6^{c,A}	728,08±35,9^{d,A}	731,3±36,17^{d,A}
Elastikiyet (mm)	Kontrol	0,185±0,012^{ab,A}	0,182±0,011^{ab,A}	0,181±0,015^{a,A}	0,185±0,012^{a,A}
	SK25	0,180±0,015^{ab,A}	0,179±0,013^{ab,A}	0,181±0,008^{a,A}	0,178±0,007^{a,A}
	SK50	0,187±0,014^{ab,A}	0,181±0,011^{ab,A}	0,188±0,013^{a,A}	0,185±0,008^{a,A}
	SK75	0,19±0,009^{ab,A}	0,182±0,012^{ab,A}	0,187±0,007^{a,A}	0,181±0,011^{a,A}
	BK25	0,198±0,014^{a,A}	0,199±0,016^{a,A}	0,188±0,015^{a,A}	0,179±0,015^{a,A}
	BK50	0,163±0,011^{a,A}	0,163±0,011^{b,A}	0,164±0,011^{a,A}	0,163±0,012^{a,A}
	BK75	0,176±0,019^{ab,A}	0,179±0,009^{ab,A}	0,168±0,007^{a,A}	0,162±0,022^{a,A}

Tablo 4.7 Farklı kolajen hidrolizat kaynakları ile hazırlanan örneklerin tekstürel özellikleri ve zamana bağlı değişimi (devamı)

	Gün	Başlangıç	2.hafta	4.hafta	8.hafta
Molekül İçi Yapışkanlık	Kontrol	0,27±0,01^{a,A}	0,27±0,01^{a,A}	0,27±0,01^{ab,A}	0,28±0,01^{a,A}
	SK25	0,26±0,01^{ab,A}	0,26±0,01^{ab,A}	0,26±0,01^{ab,A}	0,26±0,01^{a,A}
	SK50	0,25±0,01^{ab,A}	0,26±0,01^{ab,A}	0,26±0,02^{ab,A}	0,25±0,02^{a,A}
	SK75	0,25±0,01^{ab,A}	0,25±0,01^{ab,A}	0,24±0,01^{ab,A}	0,24±0,01^{a,A}
	BK25	0,28±0,02^{a,A}	0,28±0,02^{a,A}	0,28±0,03^{a,A}	0,27±0,04^{a,A}
	BK50	0,23±0,01^{b,A}	0,23±0,01^{b,A}	0,23±0,01^{b,A}	0,23±0,02^{a,A}
	BK75	0,25±0,02^{ab,A}	0,25±0,01^{ab,A}	0,24±0,02^{ab,A}	0,22±0,02^{a,A}
Sakızımsılık (g)	SK25	0,26±0,019^{ab,A}	0,261±0,017^{ab,A}	0,260±0,019^{ab,A}	0,262±0,014^{a,A}
	SK50	0,255±0,018^{ab,A}	0,265±0,012^{ab,A}	0,263±0,028^{ab,A}	0,252±0,023^{a,A}
	SK75	0,251±0,012^{ab,A}	0,251±0,013^{ab,A}	0,243±0,017^{ab,A}	0,245±0,012^{a,A}
	BK25	0,287±0,027^{a,A}	0,283±0,029^{a,A}	0,288±0,035^{a,A}	0,277±0,040^{a,A}
	BK50	0,235±0,018^{b,A}	0,233±0,013^{b,A}	0,234±0,017^{b,A}	0,236±0,021^{a,A}
	BK75	0,250±0,023^{ab,A}	0,249±0,015^{ab,A}	0,246±0,020^{ab,A}	0,228±0,028^{a,A}
	BK75	175,1±17,05^{c,A}	176,7±5,7^{b,A}	179,5±22,05^{bc,A}	167,13±22,6^{c,A}

4.1.7 Jelly Örneklerinin Duyusal Özellikleri

Jelly tipi şekerleme örneklerinde, farklı kolajen hidrolizat kullanımına bağlı olarak bazı duyusal (yapı, tat, koku, görünüş ve genel beğeni) özelliklerine ait sonuçlar elde edilmiştir. Jelly örneklerinde duyusal analiz, örneklerin üretiminden sonra ve raf ömrü analizi sonunda (8.hafta) olacak şekilde toplam iki kez yapılmıştır. Jelly örneklerine ait duyusal analiz grafikleri Şekil 4.2'de verilmiştir. Örneklerin duyusal değerlendirilmesinde 5 noktalı hedonik skala kullanılmıştır.



Şekil 4.2 Jelly örneklerine ait duyusal analiz grafiği; A: Başlangıç, B:8.hafta

Jelly örnekleri laboratuvarda üretildikten sonra, balık kolajen hidrolizat ilaveli örneklerin bulanık yapıda olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle, balık kolajen hidrolizatlı jelly örneklerinin görünüşleri sığır kolajen hidrolizatlı ve kontrol örneğine göre daha düşük puanlanmıştır. Jelly örneklerinin başlangıçtaki yapı değerleri 4,6-4,8 arasında değişirken 8.hafta sonunda bu değer 4,2-4,5 arasında bulunmuştur. Zamanla jelly örneklerinde kuruma meydana geldiği için, panelistler yapı parametresini bundan dolayı düşük puanlamışlardır. Farklı

kolajen hidrolizat kaynaklarının tat üzerinde önemli etkileri bulunmuştur. Balık kolajen hidrolizatlı jelly örneklerinde aroma baskılanmış ve bu yüzden düşük puanlanmıştır. Sığır kolajen hidrolizatlı örneklerin tat algıları panelistler tarafından daha iyi değerlendirilmiştir (4,7-4,6 arasında).Konsantrasyon arttıkça %75 oranındaki sığır ve balık kolajen hidrolizatlı örneklerde tat/aroma algısı daha düşüktür. 8. hafta sonunda tat/aroma değerleri balık kolajen hidrolizatlı örneklerde yine düşük değerlerde algılanmıştır. Jelly örneklerinin koku parametresi başlangıçta tüm örnekler için aynı olup, 8.haftanın sonunda düşük değerlerde puanlanmıştır. Bu durum, kullanılan kolajenin aromayı baskılaması ile ilişkilendirilebilir.

5
SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında farklı kolajen hidrolizat kaynaklarının jelatinli jelly tipi şekerleme ürünlerinde kullanımının kalite üzerine etkisi incelenmiştir. Kolajen hidrolizat kullanımı ile protein içeriği yüksek ve fonksiyonel özellik kazandırılmış jelly tipi şekerlemelerin üretilmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında iki farklı kolajen hidrolizat kaynağı değerlendirilmiştir. Sığır kolajen hidrolizat Tip I ve Tip II, balık kolajen hidrolizat Tip I kullanılmıştır. Yapılan analizlerde sığır kolajen hidrolizat Tip II kullanımı jelly örneklerinin yapısını olumsuz etkilemiş bu nedenle bu tez çalışmasına dahil edilmemiştir. Örnek formülasyonlarında, farklı kolajen hidrolizat kaynaklarının kullanımının son ürünün fiziksel, kimyasal ve duyusal özelliklerine etkileri incelenmiştir.

Yapılan pH analizine göre, kolajen kullanımının pH değerini etkilediği görülmüş ve tüm formülasyonlarda sabit bir pH değerini ayarlamak için kullanılan sitrik asit miktarı değişmiştir. Renklendirilmiş jelly örneklerinin L* değerleri daha düşük çıkmıştır. Renksiz örneklerde ise balık kolajen ilaveli jelly örnekleri ile sığır kolajen ilaveli jelly örneklerinin L* değerleri benzerdir. Balık kolajen hidrolizatlı örneklerin daha bulanık bir yapıda olması örneklerin renk sonuçlarını etkilemiştir. Jelly örneklerinde üretimden sonra ve raf ömrü sonunda (8.hafta) olmak üzere toplam iki kez duyusal analiz gerçekleştirilmiştir. Duyusal analiz sonucuna göre, balık kolajen hidrolizat kullanımının tat/aromayı baskıladığı sonucuna varılmıştır. Balık kolajen hidrolizatının kullanıldığı ürünlerin dokusu sığır kolajen hidrolizatının kullanıldığı ürünlere göre daha düşük puanlanmıştır. Bu durum, balık kolajeninin jelly örneklerinde yeteri kadar jel oluşturmadığı ve dokuya bir katkısının olmaması ile ilişkilendirilir.

Hızlandırılmış raf ömrü çalışmalarında, örneklerin briks ve su aktivitesi değerlerinde farklılıklar olmuştur. Genellikle, örneklerde ilk iki hafta boyunca briks değerleri benzer olup, zaman geçtikçe bu değerlerin azaldığı görülmektedir.

Tekstür sonuçları incelendiğinde, depolama süresi boyunca sertlik değerleri arasında büyük bir farklılık gözlemlenmemiştir.

Çalışmanın sonucu olarak, balık kolajen hidrolizat kullanımının jelly örneklerinin yapısını, görünüşünü, tat ve aromasını olumsuz etkilemesi, jelly tipi şekerleme ürünlerinde balık kaynaklı kolajen kullanımını sınırlandırabilir.

Sığır kaynaklı kolajen hidrolizatın jelly örneklerinde kullanımının başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Balık kolajen hidrolizat kullanımın tat/aromayı olumsuz etkilemesi, ilerleyen çalışmalarda bu ürünlerdeki tat değişimleri için maskeleme ajanları kullanımı ile ilgili çalışmaların gerçekleştirilmesine imkan sağlayabilir.

Yürütülen çok sayıdaki klinik çalışmada düzenli kullanımının insan sağlığı üzerine birçok olumlu etkisinin olduğu kanıtlanan kolajen hidrolizatın, alternatif bir takviye edici gıda formu olan jelly tipi şekerlerde %7,5 konsantrasyona kadar kullanılmasının mümkün olduğunu gösteren bu tez çalışması, literatürde gıda uygulamaları konusundaki ender çalışmalardan biri olarak yerini almıştır.

Son zamanlarda hayvansal gıdaların üretimi için tüketilen kaynakların yüksek oluşu, çevreye etkisi ve beraberinde getirdiği sürdürülebilirlik sorunları, inasaoğlunu bitkisel protein kaynaklarına yöneltmiş, bununla beraber vegan tüketici sayısı artış göstermiştir. Tüm bu argümanların gölgesinde artan yaşlı nüfusun daha sağlıklı bir yaşlılık geçirme talebi ile alternatifi bulunana kadar kolajen hidrolizat ilaveli ürünlerin bir süre daha popülerliğini koruması beklenmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Hartel R. W. ve Hartel A., (2014). Candy Bites. Springer New York, doi: 10.1007/978-1-4614-9383-9.

[2] Pradhananga, M., D. Dhakal, ve M. Laxmi Pradhananga (2017). "Citation to This Article: Dhakal D & Pradhananga ML. Utilization of Watermelon Rind (Byproduct) in Preparation of Candy and its Quality Evaluation," International Journal of Multidisciplinary Papers, 2(1) 1–6, , Accessed: Nov. 01, 2021. www.scigatejournals.comhttp://scigatejournals.com/publications/index.php/ijmdp.

[3] Anonim, "Gummi Candy - The Fun Stuff - NC." https://web.archive.org/web/20131031105413/http://www.candyusa.com/FunStuff/CandyType.cfm?ItemNumber=928&navItemNumber=4554 (accessed May. 30, 2022).

[4] Bulca, E., (2022). Farkli karbonhidrat profiline sahip misir şuruplarinin jelatin bazli şekerleme ürünlerinin kalite özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[5] Hartel, R. W., J. H. von Elbe ve Hofberger R., (2018) *Confectionery Science and Technology*. Springer International Publishing, doi: 10.1007/978-3-319-61742-8.

[6] di Monaco, R., N. A. Miele, E. K. Cabisidan, ve S. Cavella, "Strategies to reduce sugars in food," *Current Opinion in Food Science*, 19, 92–97, doi: 10.1016/J.COFS.2018.03.008.

[7] Hull, P., (2010) *Glucose syrups : technology and applications*. Wiley-Blackwell Pub,.

[8] Özdin, K., (2019) "Farklı Şekerlerle Üretilen Lokumların Duyusal, Teknolojik ve Tekstürel Özelliklerinin Belirlenmesi (Doctoral dissertation)," Ankara.

[9] Olsen, H. S., (1995) “Enzymatic production of glucose syrups,” *Handbook of Starch Hydrolysis Products and their Derivatives*, pp. 26–64, , doi: 10.1007/978-1-4615-2159-4_2.

[10] Yılmaz, E. E., (2013) “Sosis Üretiminde Kullanılan Farklı Hidrokolloidlerin Termal Özellikleri ve Ürün Kalitesi Üzerine Etkileri ,” Ankara.

[11] Imeson, A., (2009) *Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents*. Wiley-Blackwell,. doi: 10.1002/9781444314724.

[12] Ninan, G.J. Jose, ve Z. Abubacker, (2012) “Preparation and Characterization of Gelatin Extracted From The Skins of Rohu (Labeo Rohita) and Common Carp (Cyprinus Carpio),” *Journal of Food Processing and Preservation*, 35(2) 143–162, doi: 10.1111/J.1745-4549.2009.00467.X.

[13] Erge, A. ve Zorba, Ö., (2018). “Jelatinin Fonksiyonel Özellikleri ve Gıda Sanayinde Kullanımı,” *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 6(7) 840, doi: 10.24925/TURJAF.V6I7.840-849.1779.

[14] Burey, P., Bhandari B. R., Rutgers R. P. G., Halley P. J., ve Torley P. J., (2009)“Confectionery gels: A review on formulation, rheological and structural aspects,” *International Journal of Food Properties*, 12(1) 176–210, doi: 10.1080/10942910802223404.

[15] Lees, R. ve Jackson, E. B., (1995) *Sugar Confectionery and Chocolate Manufacture*. Springer US,. doi: 10.1007/978-1-4684-1495-0.

[16] Tireki, S., (2017). Investigation of sensory and instrumental methods to predict shelf- life of jelly gums. The Graduate School Of Natural And Applied Sciences Of Middle East Technical University.

[17] Demircan, A., (2019). Yüksek lif içerikli jelly üretimi için formülasyon optimizayonu. Namik Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

[18] Anonim, ‘Tanis Nişastalı Jelly üretim hattı”. https://www.tanis.com/production-lines/400-compact (Erişim tarihi May. 28, 2022).

[19] Anonim, "Baker Perkins Nişastasız Jelly üretim hattı" https://www.bakerperkins.com/confectionery/products/jelly-gummies/ (Erişim tarihi May. 28, 2022).

[20] Yang, H., Shu, Z., (2014). The extraction of collagen protein from pigskin. J Chem Pharm Res, 6(2) 683-687.

[21] Ferraro, V., Martinie, B.G., Sayd, T., Chambon, C., Anton, M., Lhoutellier, V.S., (2017). Collagen type I from bovine bone. Effect of animal age, bone anatomy and drying methodology on extraction yield, self-assembly, thermal behaviour, and electrokinetic potential. Int J Biol Macromol.

[22] Sharma, S.R., Poddar, R., Sen, P., (2008). Effect of vitamin C biosynthesis degree of birefringence in polarization sensitive optical coherence tomography. African Journal of Biotechology 7: 2049-2054.

[23] Ersus Bilek, S., Kaya Bayram, S., (2015). Kolajen Hidrolizatının Fonksiyonel Bir Bileşen Olarak Gıda Endüstrisinde kullanılması. Akademik Gıda 13(4) 327-334.

[24] Gauza-Włodarczyk, M., Kubisz, L., & Włodarczyk, D., (2017). Amino acid composition in determination of collagen origin and assessment of physical factors effects. International journal of biological macromolecules, 104, 987-991.

[25] Li, P., & Wu, G., (2018). Roles of dietary glycine, proline, and hydroxyproline in collagen synthesis and animal growth. Amino acids, 50(1), 29-38.

[26] Anonim, https://www.peptan.com/science/ Erişim tarihi: 28 Mayıs 2022.

[27] Arumugam, G. K. S., Sharma, D., Balakrishnan, R. M., Ettiyappan, J. B. P., (2018). Extraction, optimization, and characterization of collagen from sole fish skin. Sustainable Chem Pharm, 9: 19- 26.

[28] Dun, R., Jackson, H. T., Smith, Y., (2008). Methods for processing and utilization of low cost fishes: a critical appraisal. J Food Sci Technol, 32: 1-12.

[29] Hunter, D.J., (2011). Pharmacologic therapy for osteoarthritis the era of diease modification. Nature Reviews Rheumatology 7 (1) 13-22.

[30] Krishnamoorthi, J., Ramasamy, P., Shanmugam, V., Shanmugam, A., (2017). Isolation and partial characterization of collagen from outer skin of Sepia pharaonis (Ehrenberg, 1831) from Puducherry coast. Biochem biophys rep, 10: 39-45.

[31] Asghar, A., Henrickson, R.L., (1982). Chemical,biochemical, functional characteristics of collagen in food system. Advances in Food Research 28: 231-372-7.

[32] Ata, Ö., Tavman, Ş., (2019). Kolajen ekstraksiyon yöntemlerinin karşılaştırılması. GIDA (2019) 44 (3): 383-395 doi:10.15237/gida.GD18112.

[33] Gómez-Guillén, M. C., Giménez, B., López-Caballero, M. A., & Montero, M. P., (2011). Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. Food hydrocolloids, 25(8), 1813-1827.

[34] Anonim, https://shop.zdravnitza.com/en/zdravnitza-blog/health-products/what-is-the-difference-between-gelatine-and-collagen. (Erişim tarihi May. 30, 2022).

[35] Iwai, K., Hasegawa, T, Taguchi, Y., 2005. Identification of food-derived collagen peptides in human blood after oral ingestion of gelatin hydrolysates. Journal of Agriculture and Food Chemical 53: 6531–6536.

[36] Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/06/20130630-4.htm, (Erişim tarihi May. 30, 2022).

[37] Türk Gıda Kodeksi Takviye Edici Gıdalar Tebliği (2013/49), https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/08/20130816-16.htm, (Erişim tarihi May. 30, 2022).

[38] Yetim, H., (2011) Jelatin üretimi, özellikleri ve kullanımı. 1. Ulusal Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi: Gıda Katkı Maddeleri: Sorunlar ve Çözüm Önerileri,

[39] Ruiz-Benito, P., Camacho-Zambrano, M.M., Carrillo-Arcentales, J.N., Mestanza-Peralta, M.A., Vallejo-Flores C.A., Vargas López S.V., VillacísTamayo, R.A, Zurita Gavilanes, L.A., (2009). A randomized controlled trial on the efficacy

and safety of a food ingredient, collagen hydrolysate,for improving joint comfort. International Journal of Food Sciences and Nutrition 12, 1-15.

[40] Morganti, P., Randazzo, S.D., Bruno, C., (1988). Oral treatment of skin dryness. Cosmetics and Toiletries Sciences Applied 103, 77-80.

[41] Anonim, https://www.alliedmarketresearch.com/gummy-vitamins-market-A06064, (Erişim tarihi May. 28, 2022).

[42] Tireki, S., (2017) Investigation of Sensory and Instrumental Methods to Predict Shelf-life of Jelly gums," Middle East Technical University, Ankara.

[43] Kavanagh, F., (1981) "Official methods of analysis of the AOAC, 13th ed. Edited by WILLIAM HORWITZ, VA 22209. 1980. 1038pp. Journal of Pharmaceutical Sciences, vol. 70, no. 4, p. 468, Apr. 1981, doi:10.1002/jps.2600700437.

[44] Gabarra, P. ve Hartel, R. W., (1998) "Corn Syrup Solids and Their Saccharide Fractions Affect Crystallization of Amorphous Sucrose," *Journal of Food Science*, 63(3) 523–528, doi: 10.1111/J.1365-2621.1998.TB15778.X.

[45] Ergun, R., Lietha, R. ve Hartel, R. W., (2010) "Moisture and Shelf Life in Sugar Confections," 50(2) 162–192, , doi: 10.1080/10408390802248833.

[46] Bakker, J. ve P. Bridle, (1986) "Tristimulus measurements (CIELAB 76) of port wine colour Tristimulus-Messungen (CIELAB 76) der Portweinfirbung," doi: 10.5073/VITIS.1986.25.67-78.

[47] Sudharsan, M. B., Ziegler, G. R. ve Duda, J. L., (2004) "Modelling Diffusion of Moisture During Stoving of Starch-molded Confections," *Food and Bioproducts Processing*, sayı 82, no. 1, pp. 60–72, doi: 10.1205/096030804322985335.

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Konferans Bildirileri

[1] Tazeoğlu, F., Olgun, Ö.B., Arıcı, M., (2021). 'Tip I ve Tip II Kolajen Peptit İlaveli Yumuşak Şeker Örneklerinin Tekstürel Özelliklerinin Karşılaştırılması", Gıda Kimyası Kongresi, 03-06 Mart 2022, Antalya