



**T.C.**  
**NECMETTİN ERBAKAN**  
**ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**İNÜLİN VE KOLAJENİN JÖLE TİPİ**  
**ŞEKERLEME ÜRETİMİNDE KULLANIMI**

**Nagihan TEKİN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Temmuz-2022**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## **TEZ KABUL VE ONAYI**

Nagihan TEKİN tarafından hazırlanan “İnülin ve kolajenin jöle tipi şekerleme üretiminde kullanımı” adlı tez çalışması 28/07/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### **Jüri Üyeleri**

### **İmza**

#### **Başkan**

Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

#### **Danışman**

Prof. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU

#### **Üye**

Dr. Öğr. Üyesi Ebru BAYRAK

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../2022 gün ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. İbrahim KALAYCI  
FBE Müdürü

Bu tez çalışması BAP tarafından 211319022 nolu proje ile desteklenmiştir.

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Nagihan TEKİN

Tarih:

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

## İNÜLİN VE KOLAJENİN JÖLE ŞEKERLEME ÜRETİMİNDE KULLANIMI

**Nagihan TEKİN**

**Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU**

**2022, 55 Sayfa**

**Jüri**

**Prof. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU**

**Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ**

**Dr. Öğr. Üyesi Ebru BAYRAK**

Son zamanlarda artan sağlık sorunları ve yaşlanma karşıtı ürünlere duyulan ilgi ile birlikte gıda endüstrisi daha sağlıklı atıştırmalıkların üretilmesi yönünde gelişme göstermiştir. Sağlığa yararları ve yaşlanma karşısında olumlu etkileri bilinen kolajen içerikli ürünler bunlara örnektir. Aynı zamanda yüksek lif içeriğine sahip prebiyotik ürünlerin sağlığa olan yararları daha da bilinir hale gelmiştir. Bu çalışmada içeriğinde farklı oranlarda kolajen ve inülin bulunan jöle şekerleme üretilmiştir. Çalışma kapsamında 6 adet formülasyon oluşturularak, oluşturulan formülasyonlar ile üretilen ürünlerin fizikokimyasal (pH, nem içeriği, su aktivitesi ( $a_w$ ), tekstür, titrasyon asitliği), duyuşal (renk, tat/lezzet, görünüş, yumuşaklık/sertlik, dişe yapışkanlık ve satın alınabilirlik) ve prebiyotik aktivite özellikleri ile enerji değerleri 60 günlük depolama öncesi ve sonrasında analiz edilerek değerlendirilmiştir. Şekerleme örneğinde kullanılabilen en yüksek kolajen miktarı %20 olarak belirlenmiştir. Depolama öncesi nem miktarı değeri en düşük %18.82 oranıyla kontrol şekerleme örneğine aiten en yüksek değer %10 kolajen+%50 inülin içeren şekerleme örneğine aittir. Depolama sonrası nem değerleri azalmıştır. Depolama öncesi yapılan renk analizine göre,  $L^*$  değeri en yüksek örnek şekerin %56'sının inülin ile ikame edildiği örnektir (53.57). Depolama süresi boyunca tekstürel özelliklerden sertlik değerinde artma olmuştur. Duyusal analiz sonucuna göre şekerlemelerin sertliği arttığında tüketici beğenisi de artmıştır. Çalışmada prebiyotik aktivite analizi sonucunda suşların gelişmesinde en etkili örnekler %10 ve %20 kolajen içeren örnekler olmuştur. Çalışmada üretilen şekerlemelerin enerji değerleri 162.5-258.73 kcal/g arasında değişmektedir. İçeriğine inülin eklenen şekerlemeler sırasıyla inülinli şekerleme, %20 kolajen+%40 inülinli şekerleme ve %10 kolajen+%50 inülinli şekerleme gruplarının kontrol şekerlemeye kıyasla toplam enerji değerleri sırasıyla %30.14, %27.58 ve %33.67 oranında azaltılmıştır.

Jöle tipi yumuşak şekerleme formülasyonlarında, sakkaroz ve glikoz şurubu ile ikame edilen kolajen ve inülinin şekerlemede fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikler üzerindeki etkileri gerek kolajen ve inülinin tek başına gerekse ikili kombinasyonlarıyla kabul edilebilir düzeyde bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Duyusal özellikler, inülin, jöle şekerleme, kolajen, tekstür

## **ABSTRACT**

### **MS THESIS**

## **USE OF INULIN AND COLLAGEN IN THE PRODUCTION OF JELLY CANDY**

**Nagihan TEKİN**

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
IN FOOD ENGINEERING**

**Prof. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU**

**2022, 55 Pages**

**Jury**

**Prof. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU**

**Assoc. Prof. Nilgün ERTAŞ**

**Assist. Prof. Dr. Ebru BAYRAK**

With the increasing health problems and interest in anti-aging products recently, the food industry has made progress towards producing healthier snacks. Examples of these are collagen-containing products, which are known for their health benefits and positive effects against aging. At the same time, the health benefits of prebiotic products with high fiber content have become more known. In this study, jelly confectionery containing different proportions of collagen and inulin was produced. Within the scope of the study, 6 formulations were created and the products produced with the formed formulations were physicochemical (pH, moisture content, water activity (aw), texture, titration acidity), sensory (color, taste / flavor, appearance, softness / hardness, tooth stickiness and affordability). ) and prebiotic activity properties and energy values were analyzed and evaluated before and after 60 days of storage. The highest amount of collagen that can be used in the confectionery sample was determined as 20%. The lowest value of moisture content before storage belongs to the control confectionery sample with 18.82%, while the highest value belongs to the confectionery sample containing 10% collagen + 50% inulin. Moisture values decreased after storage. According to the color analysis performed before storage, the sample with the highest L\* value is the sample in which 56% of the sugar was replaced with inulin (53.57). There was an increase in the hardness value from the textural properties during the storage period. According to the results of the sensory analysis, when the hardness of the confectionery increased, the consumer appreciation also increased. As a result of the prebiotic activity analysis in the study, the most effective samples for the development of the strains were the samples containing 10% and 20% collagen. The energy values of the candies produced in the study ranged between 162.5-258.73 kcal/g. The total energy values of the confectionery with inulin added, respectively, inulin confectionery, 20% collagen + 40% inulin confectionery and 10% collagen + 50% inulin confectionery groups were reduced by 30.14%, 27.58% and 33.67%, respectively, compared to the control confectionery.

The effects of collagen and inulin substituted with sucrose and glucose syrup on the physical, chemical and sensory properties of confectionery in jelly type soft confectionery formulations were found to be acceptable, either alone or in their dual combinations.

**Keywords:** Collagen, inulin, jelly toffee, sensory properties, texture

## ÖNSÖZ

Tez çalışması Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarının alt yapısı kullanılarak yürütülmüştür.

Yüksek lisans eğitimimin son noktasına kadar desteğini hiç esirgemeyen, tez çalışmamda üstün bilgi ve tecrübeleriyle bana önemli katkılar sağlayan, bana yol gösteren kıymetli tez danışmanı hocam sayın Prof. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU'na,

Laboratuvar çalışmalarında bilgisini ve deneyimini paylaşan, yardımlarını benden esirgemeyen doktora öğrencisi Meltem ÜNAL'a,

Tez döneminde yardımlarını eksik etmeyen ve tez çalışmamda emeği geçen doktora, yüksek lisans ve lisans öğrencilerine,

Beni her koşulda destekleyen ve sevgilerini hep hissettiğim sevgili aileme,

Sonsuz teşekkürler...

Nagihan TEKİN  
KONYA-2022

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	<b>4</b>
2.1. Şekerleme.....	4
2.2. Kolajen.....	6
2.3. İnülin.....	11
<b>3. MATERYAL VE METOT</b> .....	<b>16</b>
3.1. Materyal .....	16
3.2. Metot.....	16
3.2.1. Kullanılan kimyasallar .....	16
3.2.2. Şekerleme Bileşimi .....	17
3.2.3. Şekerlemelerin hazırlanması.....	17
3.2.4. Analizler.....	19
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA</b> .....	<b>25</b>
4.1. Nem İçeriği, Su Aktivitesi, pH ve Titrasyon Asitliğine İlişkin Sonuçlar .....	25
4.2. Renk Analizine İlişkin Sonuçlar .....	32
4.3. Tekstür Analizine İlişkin Sonuçlar .....	35
4.4. Prebiyotik Aktivite Analizine İlişkin Sonuçlar.....	38
4.5. Duyusal Analiz Testine İlişkin Sonuçlar .....	41
4.6. Enerji Değeri Hesaplama Sonuçları.....	44
<b>5. SONUÇLAR</b> .....	<b>46</b>
<b>6. TARTIŞMA VE ÖNERİ</b> .....	<b>46</b>
<b>7. KAYNAKLAR</b> .....	<b>47</b>
<b>EKLER</b> .....	<b>55</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

## SİMGELER VE KISALTMALAR

a*	:	(a+) kırmızı ve (a-) yeşil renk değeri
AB	:	Avrupa Birliği
ABD	:	Amerika Birleşik Devletleri
a <sub>w</sub>	:	Su aktivitesi
b*	:	(b+) sarı ve (b-) mavi renk değeri
°C	:	Santigrad derece
CAGR	:	Bileşik yıllık büyüme oranı
Cal	:	Kalori
DE	:	Eş değeri
g	:	Gram
Dk	:	Dakika
GI	:	Glisemik indeks
JAR	:	Just-About-Right
Kcal	:	Kilokalori
Kg	:	Kilogram
Kob	:	Koloni oluşturan birim
L*	:	(0-100) Parlaklık renk değeri
LAB	:	Laktik asit bakterileri
mm	:	Milimetre
mL	:	Mililitre
Na	:	Sodyum
NaOH	:	Sodyum hidroksit
nm	:	Naometre
s	:	Saniye

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1. Kolajen proteini ve yapısı.....	8
Şekil 2.2. Kolajenin kimyasal yapısı.....	8
Şekil 2.3. İnülin polimeri kimyasal yapısı.....	12
Şekil 3.4. Jöle tipi yumuşak şekerleme üretim akış şeması.....	18
Şekil 3.5. Sırasıyla silikon kalıba dolmuş yumuşak şekerleme ve şekerleme örneklerinin kalıptan çıkmış son hali.....	19
Şekil 3.6. Renk analizi yapılması.....	20
Şekil 3.7. Yumuşak şekerleme örneğinin titre edilmesi.....	21
Şekil 3.8. Şekerleme örneğinin tekstür analizinin yapılması.....	22
Şekil 3.9. Prebiyotik aktivite analizi.....	23
Şekil 4.10. Sırasıyla depolama öncesi yumuşak şekerlemeler; kontrol, inülinli, düşük kolajenli, yüksek kolajenli, %20 kolajen+%40 inülinli, %10 kolajen+%50 inülinli.....	25
Şekil 4.11. Sırasıyla 60 gün depolama sonrası yumuşak şekerlemeler; kontrol, inülinli, düşük kolajenli, yüksek kolajenli, %20 kolajen+%40 inülinli, %10 kolajen+%50 inülinli.....	25
Şekil 4.12. Renk analizinde depolama öncesi a) l*, b) a* ve c) b* değerleri.....	33
Şekil 4.13. Renk analizinde depolamanın 60. Gününde a) l*, b) a* ve c) b* değerleri.....	34

## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1. Gıdalarda prebiyotiklerin uygulamaları.....	12
Çizelge 3.2. Çalışmada üretilen şekerleme örneklerinin içeriğinde bulunan kuru maddeler üzerinden % bileşimleri.....	17
Çizelge 4.3. Jöle tipi yumuşak şekerlemelerin fizikokimyasal analiz sonuçları.....	27
Çizelge 4.4. Yumuşak şekerlemelerin tekstür analiz sonuçları.....	37
Çizelge 4.5. Yumuşak şekerlemelerin prebiyotik aktivite sonuçları.....	39
Çizelge 4.6. Yumuşak şekerlemelerin duysal analiz sonuçları.....	42
Çizelge 4.7. Şekerleme örneklerinin kalori değerleri.....	44

## 1. GİRİŞ

Günümüz tüketicileri, bazı gıda ürünlerinin aşırı tüketimi sonucunda oluşan sağlık sorunlarının giderek daha fazla farkına varmaktadır. Aşırı tuz, yağ ve şeker alımı çeşitli hastalıklara yol açtığından, günümüzde gıda endüstrisi, bahsedilen bileşenlerin içeriği azaltılmış gıdaların üretimine yönelmiştir. Son zamanlarda toplumun bilinçlenmesine paralel olarak sağlıklı gıda üretim ve tüketimi önem kazanmış, bu kapsamda zenginleştirilmiş gıdalara olan talep artmıştır (Güneş ve ark., 2018). Gıda reformülasyonunu düzenlemek genellikle gıda endüstrileri ile sağlık otoritelerinin ortak çabasıdır. Beslenme alışkanlıklarının ve yaşam şekillerinin değişmesiyle birlikte, tüketiciler daha düşük şeker içeriğine sahip, vegan dostu olan, biyoaktif ve biyoyararlılığı yüksek bileşenleri içeren vb. ile fonksiyonel şekerleme ürünlerinin artmasına katkıda bulunan daha sağlıklı şekerler talep etmektedir (Seremet ve ark., 2020).

Şekerleme ürünleri farklı nüfus grupları tarafından büyük oranda arz-talebi olan yüksek kalori içeriğine sahip gıdaların önemli bir kısmını temsil etmektedir. Temel besin kaynağı olarak şekerlemenin fizyolojik değeri küçük olup, vitaminler, makro ve mikro elementler, karotenoidler gibi önemli aktif biyolojik maddeler fiilen yoktur. Yapılan araştırmalar sonucunda, şekerleme ürünlerinin, enerji değerinin düşürülüp, vitamin ve mineral, diyet lifi ve diğer temel besin maddelerinin içeriğinin artırılmasına yönelik bir değişiklik gerektiği düşünülmektedir (Dorn ve ark., 2015).

Dünyada geniş tüketici kitlesi ve çeşitli ürün grubu olan şekerleme sektörü bütün yaş grubundan tüketiciye sahip pazardır (Dorn ve ark., 2015). Genel olarak şekerleme ürünleri; yumuşak veya sert şekerler, çikolatalar, sakızlar, dolgulu şekerler, kaplamalı ürünler, drajeler ve benzerlerinden oluşur (Manjula ve Suneetha, 2014). Dünya genelinde şekerleme ürünlerinin tüketim hacmi sürekli olarak artış göstermiştir. Şekerleme sektörü fazla çeşitli ve karmaşıktır. Şekerleme ürünleri dünyada pazarının 2019'da 210.3 milyar dolar olduğu ve 2027'de yıllık olarak %3.6'lık gelişme payı ile 270.5 milyar dolara ulaşacağı düşünülmektedir. Dünya pazarının %58.01'lik çoğunluk kısmını çikolata, %41.99'lük kısmını şekerlemeler (sert ve yumuşak şekerler) alır (Global Confectionery Market Report, 2019). 2017 yılında küresel çapta şekerleme ürün satışı %1.8'lik CAGR (bileşik yıllık büyüme oranı) hacmine 14.48 milyona ulaşarak ulaşmıştır (Anonim, 2018). En büyük pay şekerleme pazarında %34.2 ile ABD'ye inerken, 2017-2022 yılları arasında en yüksek büyüme %5.6'lık bir artış ile Asya-

Pasifik’ ten gelmektedir (Altay, 2018). 1.7 milyar dolar harcanarak 2016 yılında Türkiye 112. Sıraya gelmiştir (BESFİN, 2018a). Verilere göre 2018 yılında Türkiye’nin şekerleme pazar büyüklüğü 3.5 milyar dolar hesaplanırken AB ülkelerinden 130.9 milyon dolar toplam ithalat hesaplanmıştır. 2016-2021 yılları arasında ülkemizin 42 milyon tüketicisi ve %14.3 pazar büyümesi ile kişi başı yıllık şekerleme tüketiminin 4.6 kg yakın olacağı düşünülmektedir (Anonim, 2018). Ülkeler arasında şekerleme tüketimi farklılık göstermesine rağmen gelişmiş ekonomileri olan Avrupa ülkelerinde tüketim daha yüksektir. Günümüzün ilerleyen teknolojiyle birlikte yeni ve çeşitli şekerleme ürünleri pazara sunulmuş, bu ürünlerin yüksek kalori içeriğine sahip olması, farklı biyoaktif maddelerin içeriğinde hiç veya yeterince bulundurmaması gibi sebeplerle sektörün eksiklikleri olduğu görülmüştür (Dorn ve ark., 2015). Bu şekerleme ürünlerinin olumsuz algısı, daha kaliteli, lezzetli ve içeriği zengin olan şekerlemelerin talep edilmesine neden olmuştur. Tüm gıda sektörünü etkileyen bilinçli ve sağlıklı yaşam şekli şekerleme sektörünü de etkilemeye başlamıştır (Altay, 2018).

İşlevsel özellikler kazandırmak amacıyla şekerleme ürünlerinde, sağlığa faydası olmayan bileşenlerin azaltılması, biyoaktif bileşenlerle besin öğelerinin artırılması veya daha faydalı bir bileşen ile ikame edilmesi gibi yöntemler uygulanabilmektedir. Fonksiyonel ürün üretimi uygun bir bileşim reçetesinin oluşmasıyla başlar. Fonksiyonel bileşenlere yer bulmak amacıyla çıkarılan ve/veya azaltılan herhangi bir bileşenin o ürünün kalitesinde, tadında ve raf ömründe büyük bir değişikliğe yol açmamalıdır. Ayrıca son ürünlerdeki kalite parametrelerinin (toplam katı madde, nem içeriği, denge bağıl nemi, jel mukavemeti, pH değeri, viskozite, kristalleşme derecesi veya doku vb.) fonksiyonel bileşenden ne şekilde etkileneceği belirlenmelidir (Önder ve Aydar, 2022).

Günümüzde tüketimi giderek artan şeker veya şeker içeren gıdalar; obezite, diş çürümesi, kalp hastalıkları, bazı kanser türleri ve diyabet hastalığı gibi bazı sağlık sorunlarına sebep olur (Grembecka, 2015). Bu dezavantajların ana sebebi bileşiminde bulunan mono- ve disakkaritler, özellikle sakkaroz ile farklı dekstroz eşdeğerine (DE) sahip fruktoz ve glikoz şuruplarıdır. Dolayısıyla, geliştirilecek fonksiyonel şekerlemelerin sadece biyoaktif bileşikleri içermesi yeterli olmayıp, bu ürünlerin aynı zamanda “düşük kalorili” ve/veya “şekersiz” olması da gerekmektedir (Gök, 2020).

Prebiyotikler, bağırsaktaki sindirime yardımcı olan, bağışıklık sistemini güçlendiren ve besin emilimini olumlu yönde etkileyen yararlı mikrofloranın aktivitesini ve/veya gelişimini düzenleyerek patojen olan mikroorganizmaların gelişimlerini inhibe ederken kendileri sindirime uğramazlar. Fruktooligosakkaritler

(FOS), izomalto-oligosakkaritler, galaktooligosakkaritler (GOS) , ksilooligosakkaritler, gentiooligosakkaritler, inülin, polidekstroz ve dirençli nişastalar prebiyotik özellik gösteren gıda bileşenleri arasında yer almaktadır (Özhan, 2012). Fruktoz zincirlerinden oluşan inülin, sindirilemeyen bir polisakkarittir (Ritsema ve Smeekens, 2003). Enzimatik hidroliz sonucunda inülinde oligofruktoz elde edilir. Prebiyotikler, gıda endüstrisinde fonksiyonel özellikleri, besinsel lif içeriği, prebiyotik etkileri ve düşük kalori değerinden dolayı kullanılmaktadır. Bağırsaklardaki bifidobakterilerin gelişimini uyarır. Aynı zamanda kalp hastalıkları, şeker hastalığı ve kanser riskini azaltır. Sindirilmeden ince bağırsağa geçen ve kalın bağırsakta fermente olan inülin bu nedenle prebiyotik özelliği ile fonksiyonel gıdalarda kullanılmaktadır (Franck, 2002).

Günümüzde kolajen, sağlıklı gıdaların geliştirilmesinde talep edilen bir bileşen haline gelmiştir. Yaş ve kötü beslenme ile vücuttaki kolajen üretimi azalır, dokular daha zayıf, ince ve daha az esnek hale gelir. Kolajen kazanmanın en iyi alternatifi diyetdir. Bu nedenle kolajen maddesi çeşitli yiyecek ve içecek ürünlerinde harmanlanmıştır. Kolajen takviyeleri, kullanıcıların cilt, tırnak, saç ve vücut dokularını korumaya yöneliktir. Kolajen metabolitleri, dokuların kalınlığı ve esnekliği ile dokulardaki hidrasyonu artırır. Cilt dokusunun nemlendirilmesi, pürüzsüzlükle doğrudan bağlantılıdır ve kırıxıklığı azaltır. Kolajen takviyesi, yağsız kas kazanımını artırabilir, dokuların iyileşme süresini azaltabilir, hasarlı eklem yapısını yapılandırabilir ve kardiyovasküler performansı iyileştirebilir (Hashim, 2015).

Gıda mevzuatında kalori/enerji/besin öğeleri, olduğundan daha az/ azaltılmış ifadesi için besin öğesi/enerji miktarında, aynı ürüne göre en az %30 oranında azalmalıdır. Enerji değeri beyanında, enerji değerindeki toplam azalmanın ürünün hangi özelliklerinden kaynaklandığı belirtilmelidir. Bu çalışmayla; jöle tipi yumuşak şekerlemeye inülin prebiyotiği ve kolajen hidrolizat eklenmesi ile içerikteki toplam şekerin %60 oranında azaltılması ile fonksiyonel fayda sağlayan ve enerjisi düşük bir şekerleme üretilmesi amaçlanmıştır.

Bu tez çalışmasında, inülin ve kolajen ilave edilmiş şekerleme üretilmiştir. Şeker (sakkaroz), glikoz şurubu, inülin ve kıvam artırıcı olarak pektin ve jelatin uygun miktarlarda kullanılarak içerisine saf kolajen hidrolizat uygun bir şekilde kombinasyon yapılarak fonksiyonel bir yumuşak şekerleme üretilmiştir. Şeker oranını düşüren ve prebiyotik lif olarak kullanılan bir madde olan inülin ve sağlığa birçok faydası olan kolajen formülasyona dahil edilerek, yumuşak şekerlemenin kalorisinin azaltılması ve sağlık açısından yararlı bir hale getirilmesi amaçlanmıştır. Kolajen hidrolizat, kolajen

yapının oluşturulmasında ve bağ dokularının kuvvetinin korunmasında rol alan 18 hayati amino asit kaynağı olan bir bileşendir. Jöle tipi şekerlemelerde yapılan denemelerle ürünün yapısı, tadı ve raf ömrünün kabul edilebilir olması amacıyla en doğru oranların üründe kullanılması hedeflenmiştir.

## **2. KAYNAK ARAŞTIRMASI**

### **2.1. Şekerleme**

Şekerlemeler; şeker ve glikozun veya sadece şekerin pişirilmesi işleminden sonra tartarik asit, sitrik asit veya potasyum bitartarat eklenmesi ile kestirilmesi sonucunda oluşan hamura, üretilecek olan ürün çeşidine göre süt tozu, süt, jelatin, kıvam verici, yağ, aroma gibi maddelerin ilave edilmesi ve şekillendirilerek ambalajlanması ile elde edilen gıda maddeleridir. Nişasta, jelatin ve pektin bazlı şekerlemeler, yumuşak şekerlemeler olarak adlandırılır (Burey ve ark., 2009).

Şekerlemelerin sınıflandırılması ile ilgili farklı ifadeler ile karşılaşılmaktadır. Türk Gıda Kodeksi(TGK)'ne göre şekerleme ürünleri; yumuşak, sert, jöle, draje, fondan, tablet, krokan, badem ezmesi ve benzeri, meyve, koz helva, nuga benzeri ve dolgulu şekerleme ürünleri olarak sınıflandırılmaktadır (Konar, 2019). Tüketici trend ve beklentilerinde oluşan değişime paralel olarak, şekerlemelerde özellikle şeker, renklendirici, jelatin ve yapay aromaların azaltılması veya doğal bileşenler ile ikame edilmesine yönelik talep ve beklenti söz konusudur (Ramos, 2017). Örneğin özellikle mono- ve di-sakkaritler olmak üzere şekerin aşırı tüketimi obezite, hiperglisemi ve diş çürükleri gibi bazı sağlık sorunlarının artmasıyla ilişkilendirilir (Periche ve ark., 2014). Tüketiciler, geleneksel ürünlerin daha sağlıklı ve az şekerli üretilmesini talep etmekte, bu ürün grubunda aroma, görünüm ve tekstür açısından yenilikler içeren ürünlerin de üretilmesini istemektedirler (Periche ve ark., 2014).

Şekerleme ürününe her hidrokolloid, kendi organoleptik özelliklerini ve dokusunu verir. Yaygın olan hidrokolloidler nişasta, pektin ve jelatindir. Şekerlemeye yeni doku ve özellikler kazandırılması için diğer hidrokolloidlerle birlikte (karagenan, arap zamkı, agar vb.) karışım yapılarak kullanılabilir. Hidrokolloidler, bazı şekerlemelerin fiziksel özellikleri ile sertleşme oranlarını, ayrıca tatlandırıcıların jelasyon özelliklerini etkileyebilmektedir. Bu yüzden hidrokolloidler formülasyonda bulunan tatlandırıcıların yapısı göz önünde bulundurularak kullanılır. Jelatin, hayvanların kemik ve derilerindeki kolajenin kısmi hidrolizasyonu ile elde edilen doğal bir proteindir. Jelatin, emülgatör, bağlayıcı, jelleştirici ve kıvam arttırıcı özellikleriyle

fonksiyonel bir maddedir. Jelatinin bu özelliklerinden dolayı tatlılar, şekerleme, süt ürünleri, içecekler vb. gibi gıdalarda kullanılabilir (Maden ve Özcan, 2021).

Aydın (2019)'ın çalışmasında, glikoz şurubu ve sakkaroz yerine prebiyotik özelliği olan sorbitol ve oligofruktoz belli oranlarda, fonksiyonel özelliğin gelişmesi amacıyla propolis, meyan kökü, çörek otu, üzüm çekirdeği, zeytin yaprağı ve zerdeçal gibi bitki ekstraktları kullanılarak üretilen yumuşak şekerlemelerin duysal ve fizikokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Araştırmanın amacı, obezite hastaları, çocuklar, diyabet hastaları ile sağlıklı beslenmeyi amaçlayan tüketiciler için düşük kalorili, şeker içeriği azaltılmış, günlük yaşamda tüketimi kolay, maliyet açısından uygun ve sağlığa faydalı bileşenler içeren bir şekerleme üretimidir. Şekerleme örneklerinin sorbitol içerenlerinde sorbitol, glikoz şurubu ve sakkarozun %4'ü yerine kullanılmıştır. Oligofruktoz içeren şekerleme örneklerinde ise bu bileşen sakkarozun %25'i yerine kullanılmıştır. Sorbitol ve oligofruktozun birlikte içerikte kullanıldığı şekerleme örneklerinde, sorbitol, glikoz şurubu ve sakkarozun %4'ü ile oligofruktoz sakkarozun %25'i ile ikamesi sağlanmıştır. Bitkisel ekstraktlar ise sorbitolün ve oligofruktozun birlikte hazırlandığı şekerleme örneklerinde kullanılmıştır. Sonuç olarak, sorbitol, oligofruktoz ve bitkisel ekstraktların şekerlemelerin kimyasal, fiziksel ve duysal özelliklerine etkisi kabul edilebilir düzeyde bulunmuştur. Tat anlamında tek başına kullanılan örneklerde, en fazla çörek otu, onu izleyen meyan kökü ile propolis içeren ekstraktlar beğenilmiştir. Birlikte kullanılan ekstraktların içinde en fazla propolis ve çörek otu karışımı beğenilmiştir. Şekerlemede sorbitolün ve oligofruktozun birlikte kullanılması, kontrol örneğiyle kıyaslandığında enzimatik olmayan esmerleşme ile su aktivitesini artırmış olup; sorbitolün ve oligofruktozun tek başına şekerlemelerde kullanılması bu değerleri azaltmıştır. Sorbitol ve oligofruktoz beraber kullanıldığında şekerlemenin esnekliği daha düşük ve sert bir yapı oluşmasına sebep olmaktadır. Tek başına kullanıldıklarında ise esneklik ve sertlik bakımından kontrol örneğine yakın seviyede bulunmuştur. Oligofruktoz ve sorbitol içeren örnekler tat bakımından kontrol örneğine kıyasla daha iyi bulunmuştur.

Miranda ve ark. (2020), *Bacillus coagulans* GBI-30 6086 ve juçara kullanımı yoluyla çarkifelek meyve aromalı jöle şekerlemeler geliştirmeyi amaçladıkları çalışmada, jöle şekerlemeleri hazırlamak amacıyla %30 sakkaroz, %7 jelatin, %27.8 glikoz şurubu, %20 meyve posası, %0.1 sitrik asit, %0.1 sodyum sitrat ve %15 su kullanılmıştır. Çarkifelek meyveleri ve juçara, fonksiyonel ürünlerde boya ve aroma kaynağı olarak kabul edilmiş olup doğal bir katkı maddesi gibi işlevsellik göstermiştir.

Jöle şekerlemelerin fizikokimyasal özelliklerinde, antioksidan kapasitesinde ve toplam antosiyanin içeriğinde bir değişiklik belirlenmemiş olup, ürün stabilitesi endüstriyel açıdan çok önemlidir. Ürünün uygunluğu insan tüketimine elverişli olmasından kaynaklanmaktadır ve probiyotik özelliklere sahip ürünlerdeki mikroorganizmalardan çok daha yüksek değerlere sahip çok iyi bir *B. coagulans* taşıyıcısı olmuştur. Jöle şekerlemelerde *B. coagulans* ve meyve pulpları kullanılarak yapılan üretimin uygulanabilir bulunduğu, farklı yaştaki insanların seçimini olumlu olarak etkilediği ve bu yüzden şekerleme endüstrisinde daha yenilikçi ve daha umut verici bir seçim olabileceği düşünülmüştür.

Martiş ve ark. (2020), çalışmasında guarana tozu antioksidanları bulunduran doğal içeriklere yer verilmiş yeni bir işlevsel bitkisel jöle şekerleme geliştirmeyi amaçlamıştır. Jöle tipi yumuşak şeker üretiminde formülasyona %2.66 guarana tozu eklenmiştir. Yapılan çalışmada guarana tozu ilavesiyle birlikte antioksidan aktivitesi artırılarak polifenollerin artırılıp ürünün daha işlevsel olduğu ve renk özelliklerine olumlu sonuçlar kattığı belirtilmiştir. Yumuşak şekerin 50 gramında, guarana sayesinde enerjisini arttırmak için fazla miktarda kafein bulunmaktadır. Bu ürün kafein içeriği sebebiyle, özellikle çocuklar için kullanılmamalıdır.

Lubbers ve ark. (2003), yaptıkları bir çalışmada glikoz yerine üç farklı tatlandırıcının benzer formülasyon ve oran ile kullanarak jöledeki duyuşal özellikleri araştırmıştır. Araştırma sonucunda mısır şurubundaki salınım, glikoz-sakkaroz karışımındaki salınımına kıyasla daha azdır. Bundan kaynaklı olarak aroma bileşikleri daha az algılanmıştır. Üç ayrı tatlandırıcının karışımıyla üretimi sağlanan jöleler kıyaslandığında özellikle duyuşal anlamda farklılıklar gözlenmiştir. Araştırmacılar, algılanan tat yoğunluğunun elde edilen dokuya ve jelleştirici maddenin tipine bağlı olduğunu bildirmiştir. Aroma salımının belirlenmesinde pektin jelinin reolojik özellikleri rol oynar (Ünal,2021).

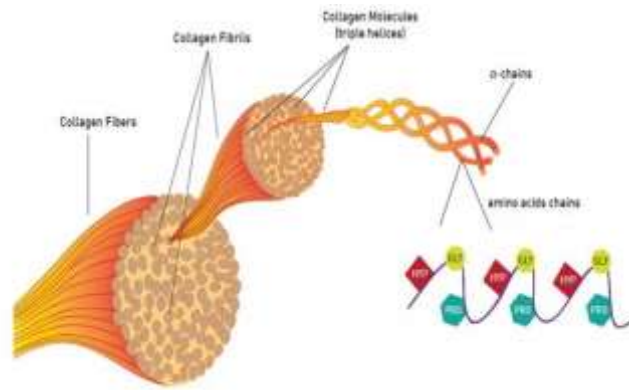
## 2.2. Kolajen

Kolajen, genellikle memelilerdeki protein içeriğinin yaklaşık olarak %30'unu oluşturan hayvanlarda en fazla bulunan yapısal bir proteindir (Bhadra ve ark., 2021).

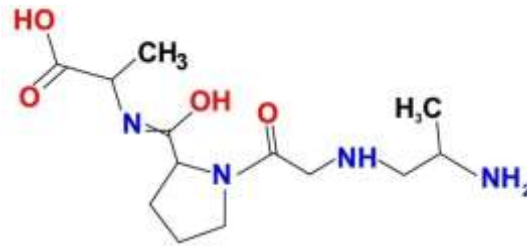
Kolajen molekülleri, sarmal yapıdaki üç polipeptit zincirinden oluşur. Kolajen molekülünün üçlü sarmalını polipeptit alt birimleri olan  $\alpha$ -zincirlerinden oluşur. İki  $\alpha$  zinciri, bir peptit zincir ( $\beta$ -peptit zinciri) dimerine dönüşürken, üç  $\alpha$  zinciri, peptit zincir trimerine ( $\gamma$ -peptit zinciri) dönüşür (Şekil 2.1) (Yang ve Shu, 2014). Peptit zincirinin her

biri ortalama 300 nm uzunluğunda, yaklaşık 100 kDa'lık molarlık kütlede, 1.5 nm çapında ve birbiri etrafında sarılmış karakteristik üçlü bir sarmalda 1050 aminoasit kalıntısı bulundurur (Lodish ve ark., 2000). Boyutları, amino asit bileşimleri (özellikle prolin ve hidroksiprolin), uzunlukları, hidroksillenmiş prolin glikozilasyonu, vb. bakımından farklılık gösteren 28 farklı kolajen türü (tip I ila XXVIII) vardır (Richard-Blum, 2011). 28 farklı kolajen türü arasında en çok bulunan türler, fibril oluşturan kolajenler ile doku gücü, mekanik bütünlük, elastikiyet ve su tutma kapasitesiyle ilgili olan tip I, II ve III'ü içerir. Tip I kolajen, kolajen ailesinin prototip molekülüdür. Vücutta en çok çalışılan ve en fazla bulunan kolajenlerden biridir. Kemik, tendon, deri, diş, bağlar, kornea vb. gibi çeşitli dokuların temel yapısal bileşenidir. Tip II kolajen, bağ dokularının yeniden yapılandırılması ve sentezi için gerekli olan memelilerdeki kıkırdağın önemli bileşenidir. Tip III kolajen, yumuşak dokularda en fazla bulunan ikinci tiptir. Kemikler dışında, damar ve deri dokuları, rahim, bağırsak dahil olmak üzere kolajen tip I içeren dokularda yaygındır (Kuivaniemi ve Tromp, 2019). Tip I kolajen ile karışık fibrili oluşturur ve elastik dokuların bir bileşenidir. Bu proteinler cilde yapısal güç kazandırdığından dolayı ilerleyici kolajen kaybı yaşlanma ile ilişkilendirilmiştir. Hemen hemen bütün kolajen türleri, kolayca emilir ve dolayısıyla farmasötik ve kozmetik endüstrilerinde büyük ölçüde faydalanılır (Bhadra ve ark., 2021).

Yüksek molekül ağırlığına sahip (300-350 kDa boyutunda) kolajen molekülünün kısmi hidroliziyle jelatin(30-100 kDa) elde edilir, jelatinin enzimatik hidroliziyle elde edilen kolajen hidrolizatın molekül ağırlığı 2-6 kDa'a kadar düşmektedir. Düşük molekül ağırlığı sayesinde jelatinin aksine soğuk suda bile rahatlıkla çözünebilmektedir. Ancak jelatinin en önemli özelliklerinden biri olan jel yapısı oluşturma özelliği kolajen hidrolizatta yoktur (Tazeoğlu ve Arıcı, 2020).



Şekil 2.1. Kolajen proteini ve yapısı



Şekil 1.2. Kolajenin kimyasal yapısı

Kolajen polipeptitlerinin termal kısmi hidrolizi, hidrolize kolajen (HC) adı verilen düşük moleküler ağırlığa sahip küçük peptitleri oluşturur. Bu biyoaktif kolajen peptitleri (BCP), cilde, saça ve restorasyon sürecine yardımcı olmakla birlikte kan dolaşımında kemotaktik özelliklere sahiptir (Lupu ve ark., 2020). Bu proteinler, insanın damar ve eklem dokularının yapısal bileşenleridir (Dzyuba ve ark., 2019). Kolajen, biyoyararlanım, biyouyumluluk ve zayıf antijeniklik gibi mükemmel özellikleri sebebiyle gıda, kozmetik, ilaç, biyomedikal ve deri endüstrilerinde büyük ilgi görmüştür (Bhadra ve ark., 2021).

Jelatin (kolajenin geri dönüşümsüz denatürasyonu ile oluşur) ve biyoaktif kolajen peptitleri, gıdalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Sadasivuni ve ark., 2020). Gastrointestinal sistem (GIT) enzimlerinin etkisi altındaki jelatin ve kolajen proteinleri, amino asitlere ve polipeptitlere parçalanabilir (Zague, 2008). Kolajen hidrolizat, anemi, iştahsızlık ve vejetaryenler (diyetlerdeki et eksikliğinden dolayı) için iyi bir amino asit kaynağıdır. Tıbbi verilere göre, klinik deneyler, kolajen hidrolizat alımının osteoporozlu ve steoartritli hastalarda ağrıyı azalttığını göstermiştir. Birçok çalışmada, araştırmacılar

güvenli bir doz olarak günde 10 g kolajen hidrolizat alındığında hastalar tarafından iyi tolere edildiğini tespit etmiştir. Japonya gibi Doğu Asya ülkelerinde domuzdan elde edilen hidrolize kolajen, sağlığa yararları (özellikle yaşlanma karşıtı etkisi) ve kolay bulunabilirliği sebebiyle takviye olarak yaygın kullanılmaktadır (Borumand ve Sibilla, 2015).

Kolajen kaynakları olarak; sığır kolajeni, düşük immünojenisitesi ve biyouyumluluğu sebebiyle en önemli endüstriyel kolajen kaynaklarından (Davison-Kotler ve ark., 2019). Domuz kolajeni, insan kolajenine benzerliği ve düşük antijenisitesi sebebiyle endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır, ancak zoonoz riski taşır (Silvipriya ve ark., 2015). Domuz kolajeninin kullanımı dini sebeplerle Ortadoğu ülkelerinde kısıtlanmıştır (Hashim, 2015). Çin, Japonya gibi Doğu Asya ülkelerinde domuz kolajen peptitlerinin sağlık ve güzellik yararları sebebiyle domuz kolajeninin kullanımı diyetin (kemik suyu, şekerleme ürünleri vb.) önemli bir parçasıdır (Bhadra ve ark., 2021). Deniz kaynaklı kolajen, hayvan kaynaklı kolajene göre farklı kimyasal, biyolojik ve mekanik özelliklerinden dolayı ilgi görmektedir (Davison-Kotler, 2019). Hastalık bulaşma riski taşımaz ve FDA, GRAS (Genel Olarak Güvenli Olarak Kabul Edilir) kabul etmiştir (Rodriguez ve ark., 2018). Deniz kolajeni, düşük moleküler ağırlığa sahip olması ve yüksek kolajen lifleri içeriği nedeniyle düşük immünojenisiteye sahip olup, daha fazla absorpsiyon, daha az kalite kontrol sorunları ve etik ve dini konular vb. bakımından avantajlıdır, ayrıca çevre kirliliğini azaltan mükemmel bir kolajen kaynağı olduğu düşünülmektedir (Silvipriya ve ark., 2015).

Genellikle Doğu Asya ülkelerinde çok kullanılan kolajen, domuz paçaları, şekerleme ürünleri, jöle içecekler gibi kolajen açısından zengin kaynaklar, kaplumbağa kanı, suppon, kemik suyu Japon diyetinde yaygın olarak tüketilmektedir. Kolajen, gıdalar için yenilebilir bir kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır (Hashim, 2015). Gıda ürünlerine buhar geçirgenliği ve yapısal bütünlük sağlayan bir bariyer membranı görevi görür. Aynı zamanda etin, sosislerin, vb. reolojik özelliklerini geliştirebilmek için bir gıda katkı maddesi olarak tercih edilir. Diyet takviyeleriyle kolajen cildin yaşlanma sürecine etki ettiği bilinmektedir. Bu tür takviyeler, kapsüller, toz ve ayrıca yiyecek ve içecek katkı maddeleri gibi formlarda bulunur. Kolajen, besin değerini artırmak ve fonksiyonellik katmak için meyve suları ve çorbalarda kullanılır. Amerika Birleşik Devletleri'nde kemik suyu, kahve için sağlıklı bir alternatif olarak kabul edilmiştir. Malaysia Dairy Industries (MDI), C vitamini ile birlikte prebiyotik lif içeren probiyotik içeceklere kolajen peptitlerin eklenmesinin yararlı bağırsak florasının

büyümesine etki ettiğini bildirmiştir (Hashim, 2015). Hidrolize kolajen, suda eriyebildiğinden ve vücutta emildiğinden sindirime daha elverişlidir. Bu peptitlerin biyoyararlanımı, Ca<sup>+</sup> iyonlarını bağlama kapasitesine sahip olduğu için artar, bu yüzden vücudumuz için daha uyumludur. Kolajen hidrolize formu, ürünün duyuşsal özelliklerini etkilemeden düşük sıcaklıkta depolama sırasında hücrelere/dokulara verilen zararı en aza indirmesinden dolayı soğukta saklanan gıda maddeleri için tercih edilir (Wang, Chen ve Wang, 2015). Jöleler, şekerler, marshmallowlar, jelatinli tatlılar vb. gibi ürünlerde yaygın bir şekilde bağlayıcı olarak kullanılan jelatin, kolajenin hidrolize ürünlerindedir ve çoğu şekerleme ürününün bir parçasıdır (Bhadra ve ark., 2021). Kolajen hidrolizat ile zenginleştirilmiş biyolojik olarak değerli gıdaların elde edilmesi, fonksiyonel ürünler için geniş bir pazar sağlayacaktır.

Blinnikova ve ark. (2020), doğrusal programlama yöntemini kullanarak, kolajenle zenginleştirilmiş meyve jöleli tatlılar hazırlamıştır. Tatlıların matematiksel modellemesinde, granül şekerin çilek tozu ile kısmen değiştirilerek, kolajen hidrolizat çözeltisi, çilek ve meyve pişirme yerine meyve jeli ve çilek püresi eklenmesiyle birleşik bir tarif belirlemiştir. Tatlıların üretimi için teknolojik süreç, yüksek besin değerine, biyolojik olarak aktif maddelerin gerekli içeriğine ve düzenleyici belgelerin gereksinimlerini karşılayan iyi organoleptik özelliklere sahip bir ürünün elde edilmesine izin veren sırayla gerçekleştirilen işlemleri içermiştir. Böylece, doğrusal programlama yönteminin kullanılması, biyolojik olarak aktif madde içeriği, yüksek besin değeri ve aynı zamanda gereksinimlerini karşılayan iyi organoleptik özelliklere sahip, kolajen ile zenginleştirilmiş meyve-jöleli tatlıların reçetesini matematiksel olarak uygulamayı mümkün kılmıştır.

Bayram (2013), yaptığı bir tez çalışmasında, portakal, portakal üzümlü, elma ve elma üzümlü olmak üzere % 2.5 oranında kolajen hidrolizat içeren 4 farklı meyveli içecek formülasyonu geliştirilmiştir. Meyveli içeceklerin fonksiyonel özelliklerini ortaya çıkarmak amacıyla protein, kolajen ve in vivo kolajen miktarları belirlenmiş ve kolajen hidrolizatına ait biyoyararlılık değerlerinin %80.87-98.5 arasında olduğu tespit edilmiştir. Meyveli içecekler pastörizasyon işlemi ile dayanıklı hale getirilmiştir. Üretimi gerçekleştirilmiş meyveli içeceklerde pH, antioksidan kapasitesi, briks, fenolik madde miktarı, kolajen miktarı, askorbik asit miktarı, biyoyararlılık değeri, protein miktarı, şeker miktarı ve renk içeriği incelenmiştir. Antioksidan kapasitesi (DPPH, ABTS), fenolik madde miktarı, askorbik asit ve renk içeriğinin değiştiği, pH, şeker, briks, protein, kolajen ve biyoyararlılık değerlerinin değişmediği görülmüştür.

Takemori ve ark. (2007), tadı geliştirilmiş, kolajen içeren bir yiyecek ve içecek sağlamayı amaçlamıştır. Bunun için çeşitli yiyecek ve içeceklere 5'er gram kolajen katıp numune örneklerinin sukraloz ve stevia içeriğini farklı oranlarda tutarak test etmişlerdir. Sonuç olarak, sukraloz ve stevia ekstraktının karıştırılmasıyla kolajen tadının iyileştiği ve sukraloz ile stevia ekstraktına ek olarak asesülfam potasyumun daha fazla karıştırılmasıyla kolajen tadının önemli ölçüde iyileştiği bildirilmiştir. Stevia, kolajen içeren yiyecek ve içeceklere ekstrakte edilebilir, arzu edilen şekilde asesülfam potasyumun daha fazla karıştırılmasıyla kolajen tadı önemli ölçüde geliştirilebilir.

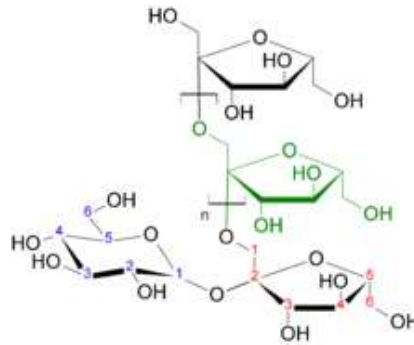
Kolajen, yara iyileşmesi için yapı iskelesi malzemesi olarak kullanıldığı bilinen bir yumuşak dokudur, ancak mekanik olarak zayıftır ve doğal durumunda hızlı bozulmaya eğilimlidir. Bunun üstesinden gelmek için kolajen, farklı uygulamalar için doğal veya sentetik stabilize edici maddelerle kompleksler oluşturur. Deneysel ve teorik çalışma, pektinin, doğal kolajene (62°C) kıyasla termal stabilitede yaklaşık 14°C'lik bir artışla, bir yapı iskelesinin formüle edilmesinde kolajen için uyumlu bir bileşen olarak hareket edebileceğini ileri sürmektedir. Pektin, yüklü doğası sebebiyle kolajen agregasyonunu indükler ve hızlı bir şekilde toplanma eğilimindedir. Bu, kolajenin aşırı glikozilasyonu ile mücadeleye yardımcı olur. Morfolojik değerlendirmede, kolajen fibrillerinin yapısal varyasyonlarında pektinin etkisini karakterize etmek için kullanılmakla beraber fibrillojenezde önemli değişiklikler olduğunu doğrular, ancak pektinin jelleşen yapısı tek tip film oluşumunu etkiler. Ayrıca pektin, kolajenazın kolajen üzerindeki etkisine direnmek için etkili bir inhibitör görevi görür ve buna karşılık yapısal stabilitesini artırır. Ayrıca çalışma, pektinin ağırlıklı olarak glikosilasyon işlemi sırasında şekerlere karşı rekabetçi ajanlar olarak hareket eden bazik amino asitlerle etkileşime girdiğini doğrulamaktadır (Jayakumar ve ark., 2014).

### **2.3. İnülin**

Prebiyotikler, ince bağırsaktaki enzimler tarafından sindirime uğramadan kalın bağırsağa gelen ve bağırsak florasındaki bazı faydalı bakterilerin seçimli olarak gelişmesini ve/veya buradaki aktivitelerini artırarak metabolizmanın en iyi şekilde bu mikroorganizmalardan yararlanmasını sağlayan fermente olan bileşenlerdir (Rolim, 2015).

FOS, GOS ve inülin en yaygın bilinen prebiyotiklerdir. İnülin, birçok bitkide bulunan çözünür bir lif türüdür. İnülin bir "fruktan"dır - yani, ince bağırsak tarafından sindirilemeyecek şekilde birbirine bağlanan fruktoz moleküllerinin zincirlerinden oluşan

karmaşık bir karbonhidrattır. İnülin, yüzyıllar boyunca bitkisel kaynaklardan tüketilmektedir ve en fazla hindiba, kudüs enginarı, pırasa, sarımsak ve soğanda bulunur (Ilievska ve ark., 2020). İnülin polimeri,  $\beta$ -(2-1) bağlarıyla birbirine bağlanan 2-60 fruktoz molekülünden oluşan uzun bir zincirden oluşur. Sonlanan fruktoz molekülü, bir glikoz molekülü ile  $\alpha$ -(1-2) bağı ile bağlanır. İnülin hindiba kökünden ekstrakte edildiğinde, 3 ila 60 arasında değişen polimerizasyon dereceleri olan, özdeş doğrusal yapılar ailesini içerir. Bir inülin polimerinin kimyasal yapısı Şekil 2.3'de sunulmuştur (Öztürk ve Serdaroğlu, 2016).



Şekil 2.2. İnülin polimeri kimyasal yapısı

İNülin, bifidobakteriler tarafından fermente edilir ve bağırsağı etkileyen çok çeşitli bileşikler üretir (Kim ve ark., 2001; Shoaib ve ark., 2016). İnülinin, barsak kanserlerinin gelişimini engellediği bildirilmiştir (Barclay ve ark., 2010). İnülin, bağırsağın pH değerini düşürerek kabızlığın, dışkı yükünün veya hızının artmasına yardımcı olarak şişkinliği giderir (Shoaib ve ark., 2016). Bodner ve Sieg (2009), sindirim tolerans problemlerine olumlu etki için et ürünlerinde düşük dozlarda inülin kullanılmasını önermiştir (porsiyon başına 4 g'dan daha yüksek seviyelerde inülin tüketimi, hoş olmayan miktarlarda gaz oluşumuna yol açabilir).

İNülinin kalorisi 1.39 kcal/g lık değeriyle sindirilebilir karbonhidratların yalnızca %40-50'si kadardır (Kaur ve Gupta, 2002). Böylece, inülin düşük kaloriye ve düşük glisemik indekse sahiptir, diyabetli kişiler için uygundur (Demircan ve ark., 2019; Delgado ve Banon, 2018). İnülinin şeker hastaları tarafından kullanım geçmişi bilinmekle beraber yüksek dozlarda (40 – 100 g/gün) diyabet hastalarına yararlı olduğu bildirilmiştir.

İNülinin en iyi bilinen etkisi, bağırsakta bifidobakteri gelişimini uyarmasıdır. Kolonun 400'den fazla farklı bakteri türü ile karmaşık bir ekosistem olduğu bilinmektedir. Bazı suşlar, patojenik etkilere sahipken, diğerlerinin sağlığı geliştirici

işlevsellikte olduğu düşünülmektedir. Yararlı bakterileri inülinle beslemek, potansiyel zararlı organizmalarla "rekabet etmelerine" ve böylece potansiyel olarak konağın sağlığına katkıda bulunmalarına olanak tanır (Gibson ve ark., 1995). İnülin, kan şekerini stabilize etme ve kan lipidlerini düşürme özelliklerine sahiptir. İnülin tipi fruktanlar sahip oldukları özelliklerinden dolayı son zamanlarda ilgi görmektedir (Ilievska ve ark., 2020).

İNülinin, teknolojik ve sağlığı geliştirici özellikleriyle fonksiyonel gıdalarda kullanımı yaygındır. İnülin, jel oluşturma, doku sağlama, viskoziteyi artırma ve su tutma kapasitesini artırma yeteneği ile ilgili olarak karbonhidrat bazlı bir yağ ikame maddesi olarak kullanılan ve böylece çeşitli gıdalarda iyi bir uygulama potansiyeli sunan prebiyotik bir diyet lifidir (Öztürk ve Serdaroğlu, 2016).

**Çizelge 2.1.** Gıdalarda Prebiyotiklerin Uygulamaları (Wang ,2009)

Kullanılan Gıda	Fonksiyonel Özellikler
Tatlılar ve yoğurtlar	Şeker ikamesi, lif, hoş tat, tekstür
Hamur ürünleri (ekmek)	Tekstür, lif, hoş tat, yağ ya da şeker ikamesi
Et ürünleri	Yağ ikamesi, hoş tat, lif, tekstür
Kek ve bisküvi	Şeker ikamesi, nem dengeleyici, tekstür, hoş tat, lif
Şekerleme	Şeker ikamesi, lif, tekstür, hoş tat
Bebek mamaları	Hoş tat, tekstür, stabilizatör
Peynir	Yağ ikamesi
Alkollü alkolsüz içecekler	Şeker ikamesi, köpük, hoş tat, tekstür ve stabilizatör
Diyetetik ürünler	Tekstür, lif, hoş tat, yağ ya da şeker ikamesi
Çikolata	Şeker ikamesi, ısıl direnç, tekstür
Çorba ve soslar	Şeker ikamesi

Delgado ve Bañón (2018)' nun çalışmasında daha az kaloriye sahip diyet lifi ile zenginleştirilmiş jelatin bazlı yumuşak şekerleme üretiminde mısır nişastası ikamesi olarak inülin, jel oluşumuna yardımcı olması amacıyla kullanılmış ve ürün kalitesini nasıl etkilediği incelenmiştir. Üründe %9 seviyesinde inülin miktarı bulunmaktadır. İnülinli şekerlemelerin çiğneme, esneklik, yapışkanlık, sertlik ve jelleşme özelliklerinin inülin bulundurmayanlarla yakın olduğu bildirilmiştir. Proses koşullarına dayanıklı olan inülin (80°C, 3.2 pH) serbest şekerlere indirgenmemiştir. Böylece diyet lifi içeren şekerlemelerin üretiminde inülinin kullanılabilmesi açıklanmıştır. Jöle tipi yumuşak şekerleme ürününde dolgu maddesi olarak şeker yerine inülinin kullanımı, tekstürde olumsuz bir durum yaratmadığı halde tatlılığı artırmıştır. Şekerlemede kristalizasyona uğramayarak başarılı olmuştur. Bileşenlerin optimizasyonu sonucunda şeker yerine

inülin kullanılması ile alternatif, yüksek lif içerikli yeni bir fonksiyonel ürünün üretilbileceği görülmüştür.

Riedel ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada, duyuşal ve tekstürel özelliklere göre, agar bazlı şekerşiz ve şekerini azaltılmış meyveli jöle tipi şekerlemelerin formülasyonlarını geliştirmeyi amaçlamışlardır. Glikoz ve sukroz şurubuna uygun ikame maddesi kullanarak polidekstroz, oligofruktoz, eritritol ve sukraloz uygulanmıştır. Yüksek agar içeriğinden dolayı şekerşiz örneklerin asitliliği diğerk ürünlerden düşük çıkmıştır. Yapışkanlık değeri şeker içeriği az olan örneklerde daha düşüktür. Araştırmada, teknik olarak Just-about-right (JAR) tekniği uygulanmış, tüketici değerkendirmesi yapılmış olup şekerşiz ürünler kabul edilebilir bulunmuştur.

Renuka ve ark. (2009), meyve suyu ve içeceklerinin (ananas, mango ve portakal suyu) düşük kalorili bir prebiyotik olan FOS güçlendirilmesi amacıyla yapılan bir çalışmada toplam kalite olumlu etkilenmiştir. pH, renk, toplam çözünür madde ve titre edilebilir asitlik üzerinde olumsuz bir değışiklik olmamıştır. 4-6 ay arasında mikrobiyal ve enzimatik bozulmaya rastlanmamıştır.

Pattarathitawat ve ark. (2020), yaptığı bir araştırmada, sukralozun düşük şekerli sakızın fiziksel kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerindeki etkisini değerkendirmiştir. Sakızın optimal formülü, 200 ml şeker, 200 g sitrik asit 4 g su ve 40 g jelatinden oluşmuştur. Yüksek sukraloz içerikli numune, genel olarak kabul edilebilirliği düşük olduğu, ancak yüksek şeker içerikli numuneden daha hafif olduğu belirtilmiştir. Kızarıklık ve sarılık parametrelerinin maillard reaksiyonuna bağılı olduğu, nem içeriği ve su aktivitesinin şeker içeriğinden etkilendiği belirtilmiştir.

Aragon ve ark. (2006), bireyler üzerinde yaptığı çalışmalarda inülinin fekal mikrobiyal flora bileşiminde önemli değışikliklere neden olduğu ve prebiyotik özellik gösterdiğini ortaya koymuşlardır. İnülinin diğerk fiziksel ve besinsel etkileri ise kalsiyum absorpsiyonunu ve yağ metabolizmasını düzenlemesi üzerinde rol oynamasıdır.

Shimomura ve ark. (2005), yaptığı bir araştırmaya göre, şeker ikamesi olarak laktitol ve polidekstroz'ün insanlarda insülin, serum ve trgliserid değerkleri için olumlu bir etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmaya göre referans örnekler ve şekerşiz çikolataları denekler tüketmiş kan bileşenleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda şekerşiz çikolatalar referans örneklere göre minimum düzeyde etkiye sahip olduğu görülmüştür. Şekerşiz çikolata tüketimiyle vücutta yağ depolanması daha az olmuştur.

Farzanmehr ve Abbasi (2009), prebiyotik özellikli şeker içeriği azaltılmış sütlü çikolata üretmişlerdir. Sukraloz (% 0.04 w/w) yerine çeşitli oranda polidekstroz,

maltodekstrin ve inülin kullanılmıştır. Mekaniksel, fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerin optimizasyonunun belirlenmesi için 15 tane formülasyon incelenmiştir. Daha yüksek oranda maltodekstrin ve polidekstroz bulunan formülasyonların kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında daha nemli ve yumuşak olduğu tespit edilmiştir. Nem oranı en az ve sertliği en yüksek değerler orta derecedeki formülasyonlardır. İlave olarak, maltodekstrin en az, polidekstroz ve inülin en iyi kabul edilebilirliğe sahiptir. Optimum kabul edilebilir oranlar inülin, maltodekstrin ve polidekstroz için sırasıyla % 14–32 ve % 71–84, % 0–20 ile % 7–26 ve % 67–77 şeker ikamesi olarak belirlenmiştir. Ek olarak çalışmada yağ oranı % 5 oranında azalmıştır. Farzanmehr ve Abbasi (2009), inülin, polidekstroz ve maltodekstrinin hacim artırıcı olarak etkilerini değerlendirmiş ve inülin ile polidekstrozun çeşitli oranlarda kullanılabileceği, gözle görülür etkileri sayesinde çok düşük oranlarda bile çikolata özelliklerini iyileştirebileceği sonucuna varmışlardır.

Aragon ve ark. tarafından 2006 yılında yapılan çalışmada probiyotik ve prebiyotik bileşen eklenmesiyle ürettiği çikolata ürünün sağlığa yararlı ve duyuşal açıdan kabul edilebilir seviyede olup olmadığını test etmişlerdir. *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* LBC 82 hem tek başına hem de inülinle beraber eklenerek sinbiyotik ve probiyotik çikolata kütlesi üretilmiştir. Probiyotik mikroorganizmanın ömrünün 4 haftadan fazla bulunduğu ancak gelişen küf ve mayaların ürünün raf ömrünü sınırlayabileceği depolama testiyle belirtilmiştir. Probiyotik özelliğe sahip *L. paracasei* bakterisi çikolata kütlesinde mükemmel bir gelişim alanı oluşturmaktadır. Ayrıca inülin mikroorganizmanın yaşam gücünü engellemediği görülmüştür. İlave olarak probiyotik mikroorganizma ve prebiyotik bileşen eklenmesi ürün duyuşal özelliklerini değiştirmemiştir.

Prakash ve Priya'nın (2016) çalışmasında, pektin bazlı jöle tipi yumuşak şekerlemelerin tekstürel ve duyuşal özelliklerinin değiştirilmeden şeker oranının indirilmesi amacıyla FOS (%6, 12, 18) kullanmış ve şekerlemenin antioksidan özelliğinin artması amacıyla yaban mersini pulpunu (%5-10) bileşime eklemiştirler. Duyusal analiz sonucunda, %10 yabanmersini pulpu ve %18 FOS içeren yumuşak şekerlemeler en çok beğenilen olmuştur. Üretim prosesi nedeniyle antioksidan aktivite özelliğinde kayıp olmasına rağmen, çalışma sonucunda üretilen şekerlemelerde antioksidan özellik bulunmaktadır ve FOS konsantrasyonu duyuşal kaliteye etki etmeden artırılabilmiştir.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

Yumuşak şekerleme üretiminde kullanılan glikoz şurubu (40 dekstroz eşdeğerine sahip) Konya'da bir gıda satış işletmesinden alınmış, toz şeker (sakkaroz-Torku markalı) Konya'daki bir marketteki satış reyonundan, pektin Yantai Andre Pektin Ltd. Şti.'den (E440 kodlu, elma püresi menşeli, yavaş ayarlı özellik gösteren, yüksek metoksilli) temin edilmiştir. Pektinin, pH aralığı 3.1-3.8, şekerleme derecesi  $160 \pm 7$ , pH (%2'lik çözeltide) 4.0-5.0, esterifikasyon derecesi %58-64'tür. Pektinin katı içeriği %70-80'dir. Yeşil gıda boyası Gıdacıbaşı Pastacılık ve Gıda Kimyasalları Tic. Ltd. Şti.'den, doğal yeşil elma aroması Tuana Kimya'dan, sitrik asit (Alfasol) ve trisodyum sitrat Kimbiotik Kimyevi Maddeleri San. Tic. A.Ş.'den alınmıştır. İnülin (ORAFTI HSI) Artısan Gıda San. Tic. Ltd. Şti.'den temin edilmiş olup çalışmada prebiyotik kaynağı olarak kullanılmıştır. Saf kolajen hidrolizatı Türkiye'de üretim yapan yerel bir firmadan satın alınmıştır.

#### 3.2. Metot

##### 3.2.1. Kullanılan kimyasallar

Yumuşak şekerleme üretiminde kullanılan kimyasalların çoğu, Necmettin Erbakan Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü'nce desteklenen 211319022 nolu proje kapsamında temin edilmiştir. Yumuşak şekerleme örneklerinin analizleri NEÜ Köyceğiz Kampüsü'nde bulunan Gıda Mühendisliği Bölüm Laboratuvarları'nda yapılmıştır.

Çalışmada ilk olarak şeker, glikoz şurubu, pektin ve sitrik asit içeren jöle tipi kontrol şeker üretilmiştir. Arzu edilen jel kıvamının sağlanması için sitrik asit ve trisodyum sitrat birlikte eklenmiştir (Kia ve ark., 2020). Yumuşak şekerleme üretiminde kullanılan bileşimlerle birçok ön deneme yapılmıştır. Üretilen jöle tipi yumuşak şekerlemelerde glikoz şurubu ve sakkarozun bir kısmı inülin ve kolajen ile ikame edilmiştir. İnülin tamamen sakkaroz ikamesi olarak kullanıldığında, inülin şekerlemelerde tekstür geliştirici özelliğine rağmen sert bir yapıya sebep olmuştur (Ünal, 2021). Yumuşak şeker ve inülin içerikli yumuşak şeker formülasyonlarına karar verildikten sonra, formülasyondaki şeker oranı belli bir miktar azaltılarak kolajen artırımına gidilmiştir. Fakat kolajen hidrolizat oranı %7'yi geçtiğinde kalıptan çıkamayacak akışkanlıkta olduğu tespit edilmiştir. Daha yüksek oranda kolajen kullanılabilmesi için piyasada satılan ürünler de incelendiğinde pektin ile birlikte jelatin kullanılmasına karar verilmiştir. Bu şekilde yapılan denemelerle kolajen oranı %20'ye

kadar artırılabilmiştir. Bu nedenle kolajen artırımına göre çeşitli asit oranları denenerek en uygun tekstürü sağlayan asit oranı uygulanmıştır.

### 3.2.2. Şekerleme Bileşimi

Yumuşak jöle tipi şekerlemenin fonksiyonel bir özellik kazanmasını sağlayan kolajen ve toplam şeker oranının azaltılması amacıyla kullanılan inülin maddelerinin %10-60 arasındaki farklı oranlarda tekli ve ikili kombinasyonlardaki bileşimler Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

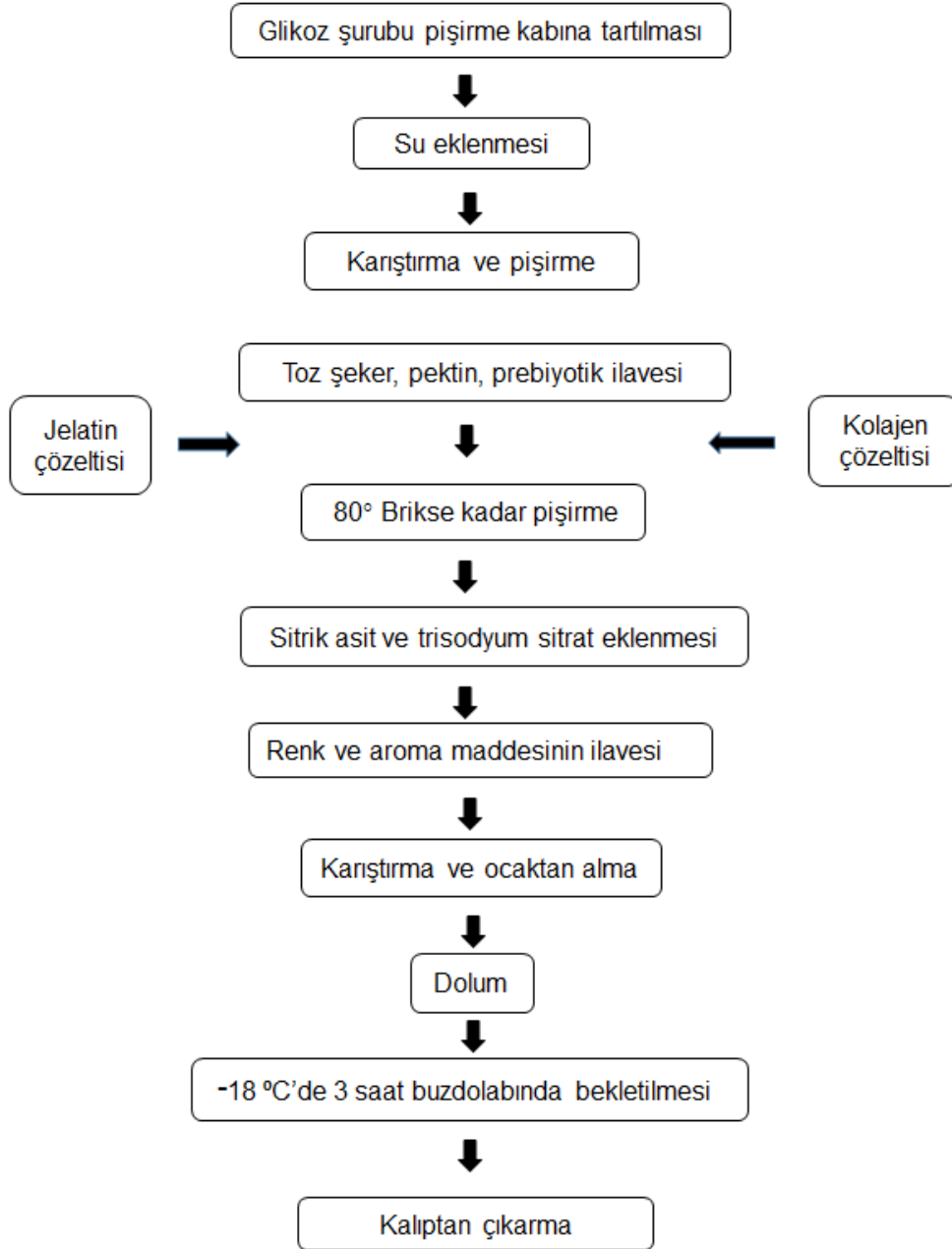
**Çizelge 3.1.** Çalışmada üretilen şekerleme örneklerinin kuru madde üzerinden % bileşimleri

İçindekiler (%)	Kontrol	İnülinli (%56)	Düşük Kolajenli	Yüksek Kolajenli	Kolajen(%20) +İnülin(%40)	Kolajen(%10) +İnülin(%50)
Şeker	60	18	51.5	47.5	13	13
Glukoz şurubu	29.5	15.5	19.5	13.5	8	8
İnülin	-	56	-	-	40	50
Kolajen	-	-	10	20	20	10
Jelatin	3	3	11.5	11.5	11.5	11.5
Pektin	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
Asit+aroma	2	2	2	2	2	2

\*Yüzde oranları şekerleme formülasyonu hazırlanırken kullanılan 100 ml su hariç diğer bileşimler üzerinden hesaplanmıştır.

### 3.2.3. Şekerlemelerin hazırlanması

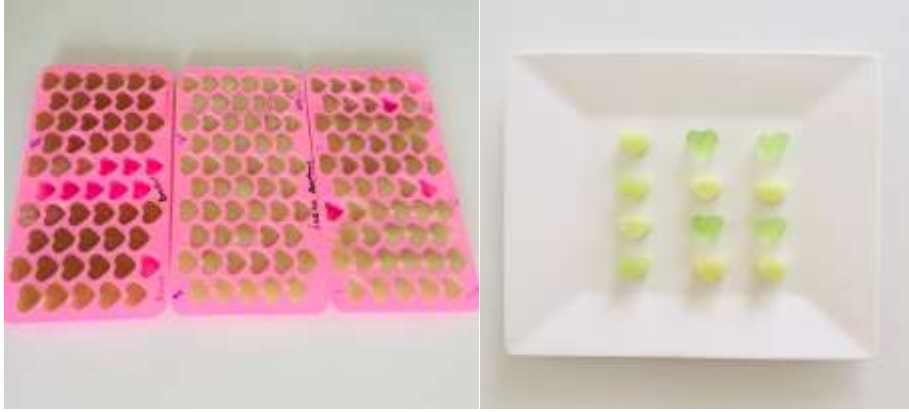
Kolajenli ve inülinli yumuşak jöle tipi şekerlemede; glikoz şurubu, şeker (sakkaroz), trisodyum sitrat ile sitrik asit (sulu çözeltisi 1:4 oranındadır), pektin, ve 100 ml su hazırlanmıştır. Şekerleme karışımı piştikten sonra, trisodyum sitrat %0.1, sitrik asit %1.4, aroma maddesi %0.20 ve renk maddesi %0.30 oranlarında eklenmiştir. Sadece inülin içeren şekerlemede inülin %56 oranında eklenmiştir. Yapılan denemelerde şekerlemeyi pişirirken toz halinde eklemek uygun bulunmayıp, pişme aşaması bittikten sonra %50 lik çözelti halinde kolajen hidrolizat eklenmesi daha uygun bulunmuştur. Kütlece %33’lük jelatin çözeltisi, başka bir kap içerisinde jelatinin 70°C suyla çözündürülmesi ile hazırlanmıştır (Demircan, 2019). Yumuşak şekerleme üretimi akış şeması Şekil 3.4’de verilmiştir.



**Şekil 3.3.** Jöle tipi yumuşak şekerleme üretim akış şeması

Öncelikle pişirme aşaması için pişirme kabına glikoz şurubu tartılır ve üzerine 100 ml su ilave edilir. Bu karışım karıştırılarak kaynatılıp üzerine şeker (sakkaroz), pektin ve inülin edilerek homojen bir karışım sağlanması için kaynayana kadar (115 °C) karıştırılmış ve maddelerin birbirleri içinde çözünmesi sağlanmıştır. Şekerleme karışımının pişirilmesinin son aşamasında %50 lik çözeltisi hazırlanmış kolajen

hidrolizat ve jelatin çözeltisi eklenmiştir. Şekerleme karışımının briksi 80° (°Bx) olduğunda ocaktan alınmıştır (Tireki, 2017). Daha sonra karışım 90 °C'deyken içerisine aroma ile renk maddeleri, sitrik asit-trisodyum sitrat çözeltileri eklenip olabildiğince hızlı bir şekilde karıştırılarak silikon kaplara dolumu yapılmıştır. Doldurulan şekerleme karışımı 2-3 saat -18 °C'de derin dondurucuda bekletilmiştir. Derin dondurucudan alınan yumuşak şekerleme örnekleri kalıptan çıkarılmıştır.



**Şekil 3.4.** Sırasıyla silikon kalıba dolmuş yumuşak şekerleme ve şekerleme örneklerinin kalıptan çıkmış son hali

### 3.2.4. Analizler

#### 3.2.4.1. Su Aktivitesi Tayini

Su aktivitesi ölçüm cihazıyla yumuşak şekerlemelerin su aktiviteleri ( $a_w$ ) okutulmuştur. Küçük küçük parçalanan şekerlemeler cihazın iç bölümüne konularak oda sıcaklığında ölçümü beklenmiştir (Efe, 2018). Her bir şekerleme formülasyonu için üç paralel tekrarlanmıştır.

#### 3.2.4.2. Renk Tayini

Minolta Chromameter CR 400 (MinoltaCo., Osaka, Japan) cihazıyla jöle tipi yumuşak şekerleme örneklerindeki renk değerleri olan  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin ölçümü yapılmıştır.  $L^*$  değeri; şekerleme örneğinin karanlık ve aydınlık değerini,  $a^*$  değeri (-) yeşil ve (+) kırmızı,  $b^*$  değeri ve (-) mavi ve (+) sarı olarak renklerini gösterir (Konica Minolta, 2007). CIE Standard Illuminant C'ye göre beyaz plakası okutulmasıyla kalibrasyon ayarı yapılmıştır. Şekerleme örneklerinin yüzeyinin 10 farklı noktasına okutularak ölçülen değerlerin ortalaması alınmıştır.



Şekil 3.5. Renk analizi yapılması

### 3.2.4.3. pH Tayini

Tartılan örneklerin üzerine saf su (1: 9 oranında örnek: saf su) eklenip 50 °C ve 240 rpm'de su banyosunda çözülmüştür. pH metre (WTW 3110, Almanya) ile hazırladığımız çözeltiler 25 °C'de ölçülür. Her yumuşak şekerleme örneği üç kez ölçülmüştür (Delgado ve Banon, 2014).

### 3.2.4.4. Nem Tayini

Tartım kapları, etüvde (Nüve, Türkiye) 30 dk boyunca 135 °C'de bekletilmiş sonra 45 dk desikatörde soğutulmuştur. Desikatörden çıkarılan tartım kaplarının daraları tartılmıştır. 2.5 gr şekerleme örneği tartım kaplarına tartılıp 24 saat boyunca 80 °C'ye ayarlanmış bir etüvde kurutulmuştur. Örnekler etüvden çıkarılarak bir kez daha desikatörde yaklaşık 45 dk bekletilmiştir. Soğuyan örnekler tartılmıştır. Aşağıda belirtilen formüle göre nem içeriği hesaplanarak sonuçlar bulunmuştur (Moura ve ark., 2019). Bu işlemde üç paralelli çalışılmıştır.

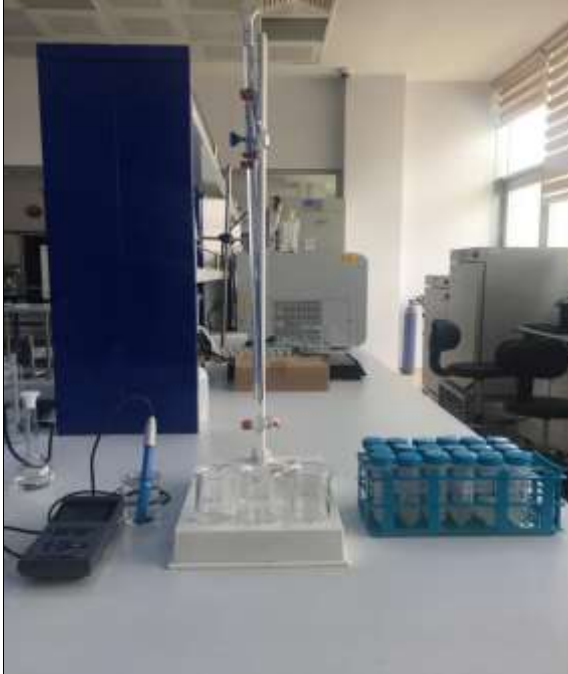
$$\%Nem \text{ içeriği} = 100 - [(Son \text{ tartım} - Dara) / İlk \text{ tartım} \times 100]$$

### 3.2.4.5. Titrasyon asitliği tayini

Şekerleme örneklerine saf su eklenerek 1:5 (g/ml) oranında çözelti hazırlanmıştır. Homojenizatörde 1 dk 500 rpm de parçalanan bu çözelti karışımı üç tekrerrülü olarak hacimlere bölünmüş olup üzerlerine 5 damla fenolftalein ayracından

damlatılır. 0.1 N NaOH ile pH 8.0' kadar harcanan miktar ölçülerek titre edilmiştir. Titre edilebilir asitliği aşağıdaki formülasyon uygulanarak belirlenir (Dirik, 2009).

$$\text{Titre edilebilir asitlik} = \frac{[(\text{Harcanan NaOH}) \times (0.75)]}{\text{örnek miktarı}}$$



Şekil 3.6. Yumuşak şekerleme örneğinin titre edilmesi

### 3.2.4.6. Tekstür analizi

Örneklerin esneklik ve sertlik değerleri, üzerinde çelik silindirik (P/35R) prob olan tekstür analiz cihazıyla (TA-XT plus, stable micro systems Ltd., Surrey, İngiltere) yapılmıştır. Analizdeki değerler, test öncesi 1 mm/s, oda sıcaklığında, test sırasında 1 mm/s, prob ile numune arasındaki mesafe 10 mm, test sonrasında 10 mm/s, %20 gerinim, bekleme süresi gerinimler arası 60 s dir (Khouryieh ve ark., 2005).



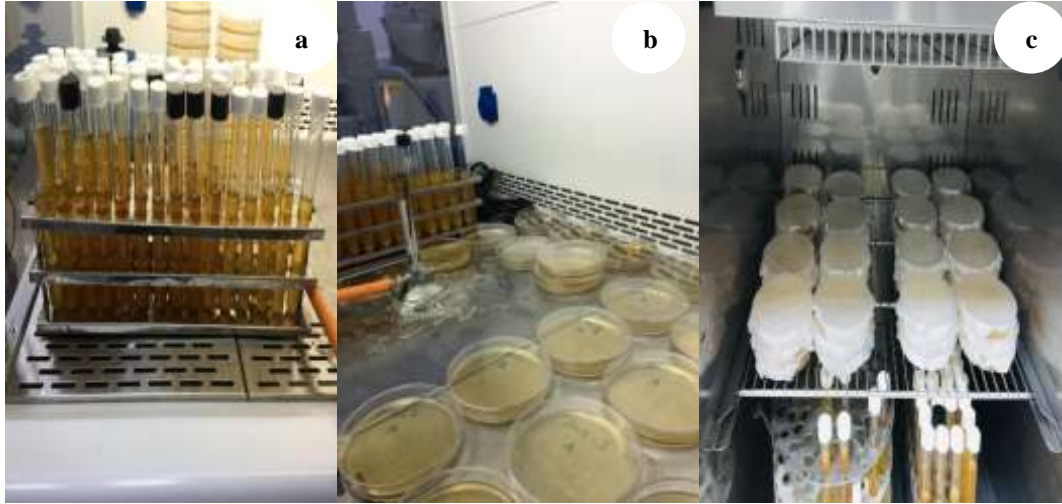
Şekil 3.7. Şekerleme örneğinin tekstür analizinin yapılması

### 3.2.4.7. Prebiyotik aktivite analizi

Prebiyotik aktivite analizinde kullanılacak olan *Bacillus clausii* (Enterogermina, Sanofi, Türkiye) ile *Lactobacillus acidophilus* (Natrol Ilc, Chatsworth, CA, USA) suşları, bazı diyet takviye ürünlerinden temin edilmiş olup bu probiyotiklerin oranlarının ne kadar kullanılabilceğine karar verilmiştir.

Ünal (2020), yaptığı bir çalışmada, MRS sıvı besiyeri (De Man Rogosa and 21 Sharpe, Merck, Darmstadt, Germany) bulunduran deney tüplerine belirli miktarlarda (1, 1.5 ve 2 kapsül) *Lactobacillus acidophilus* ve *Bacillus clausii* suşları eklenmiş ve bu suşların gelişimlerine bakmıştır. 72 saat 35 °C’de probiyotikleri içeren deney tüpleri inkübe etmiştir. Koşulları aynı olan probiyotiklerin gelişmesi inkübasyondan sonra hücre biyokütlelerindeki değişim değerlerine bakılarak analizde *B. clausii* suşunun ise 1 şase (5ml), *L. acidophilus* suşu 1.5 kapsül (0.42 mg) olarak kullanılacağı belirlemiştir.

MRS sıvı besiyeri önceden hazırlanırken 0.15 gr glikoz şurubu ilave edilmiş olup %1’lik glikoz içeren bir çözelti ortamı sağlanmıştır. Başka bir deney tüpüne sıvı besiyeri içerisine 0.15 gr örnek ilave edilmiş ve %1’lik bir ortam sağlanmıştır. Karbonhidrat bulundurmeyen (şekerleme, glikoz şurubu) negatif kontrol, sadece MRS sıvı besiyeri olan bir ortam içerir. Prebiyotik analizi, hazırlanan 15 ml’lik tüplere 3 farklı ortamaki her bir suşun 0.1 ml eklenmesiyle gerçekleşmiştir. Anaerobik bir ortamda *Lactobacillus acidophilus* ve *Bacillus clausii* suşları 72 saat 35 °C’de inkübasyona bırakılmıştır. Test edilen her ortamda, her suş, üç tekerrürlü olarak geliştirilmiştir. Deney tüplerindeki her numune inkübasyondan sonra agara (MRS) üzerine dökme yöntemi ile plaklara dökülmüştür. *Bacillus clausii* bulunan deney tüplerindeki numune daha önceki analizlerimizde yoğun bir şekilde çoğaldığından dolayı,  $10^{-2}$  ve  $10^{-4}$  şeklinde seyreltilerek seyreltilmiş her tüpten üç paralelli olarak MRS agar ile dökme yöntemiyle ekimi yapılmıştır. Ekimi yapılan petri kapları hava ve bulaşan almaması için parafilmle sarılmıştır. 7. gün sonunda hazırlanmış ve inkübasyona bırakılmış deney tüplerinin spektrofotometrede ve (Biochrom Libra S22, İngiltere) 600 nm’de absorbans okunarak dökme yöntemiyle ekim yaptığımız petri kutularının koloni sayımı yapılmıştır (Huebner ve ark., 2007).



**Şekil 3.8.** Prebiyotik aktivite analizi

- a) Kültür içeren sıvı besiyerleri ve kültür içeren sıvı besiyerlerine ilave edilmiş şekerleme örneği tüpler  
 b) Kültürün MRS agar üzerine yayılması c) Ekimi yapılmış petri kutularının etüvde bekletilmesi

### 3.2.4.8. Duyusal analiz

Duyusal analizde yumuşak şekerlemelerinin görünüş, renk, tat/lezzet, dişe yapışkanlık ve ağızda bıraktığı tat parametrelerine bakılarak farklı çevrelerden ve yaş gruplarından 10 panelist seçilerek duyusal değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Yumuşak şekerlemelerin depolama öncesi ve depolama sonrası duyusal analizi yapılmış olup, tüketicilerin beğenilerini tanımlayacak özellikleri test eden çizelgeler panelistlere sunulmuştur. Panelistlerin puanladığı tablo Ek-1’de verilmiştir.

### 3.2.4.9. Enerji değerinin hesaplanması

Jöle tipi şekerlemelerin farklı oranlardaki inülin ve kolajenle ikamesi sonucu 100 gr şekerlemedeki kalori içeriği belirlenmiştir. Şekerleme örneklerinin teorik olarak enerji değerinin hesabında aroma, renk, su bileşenlerinin enerji değerleri ihmal edilmiş olup sakkarozun (3.86 kcal/g), glikoz şurubunun (2.83 kcal/g), inülinin (1.39 kcal/g), kolajenin (3.48 kcal/g) ve jelatinin (0.61 kcal/g) değerleri alınmıştır (Riedel ve ark., 2015). Enerji hesaplanmasında üretim sonrası jöle şekerlemenin ağırlığı üzerinden hesaplama yapılmıştır.

### 3.2.4.10. Depolama analizi

Şeffaf görünümlü ve hermetik kapaklı cam kavanozlarda muhafaza edilen örnekler, 60 gün süreyle 4 °C’de depolanmıştır. Depolamanın ilk günü ve 8. haftasında su aktivitesi, nem tayini, renk, titrasyon asitliği, pH, duyusal analiz ve tekstür analizi yapılmıştır. Sonuçlar, standart sapmaları ve ortalama değerleri ile raporlanmıştır (Miranda ve ark., 2020).

### **3.2.4.9.11. İstatistiki Analiz**

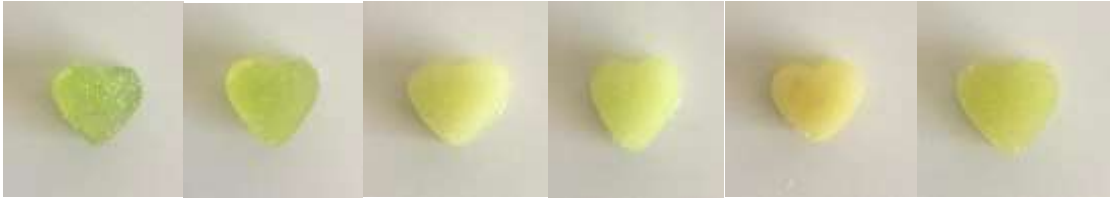
Analizler, 6 örnekten üç paralel ve iki tekerrür şeklinde 36 numuneye göre yapılmış olup sonuçlar standart sapmaları ve ortalama değerleri ile raporlanmıştır. Araştırmada bulunan verilere varyans analizi yapılmış ve farklılıkları istatistiki olarak önemli olan varyasyon kaynaklarının ortalamaları LSD ve Duncan testleriyle karşılaştırılmıştır. Bu analiz non-parametrik ve parametrik metotlar uygulanarak yapılmaktadır. Analizlerde kullanılan istatistik program SPSS 10.0 Windows (v.16) olup önem seviyesi  $P \leq 0.05$  dir.

#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada; sağlığa çeşitli yararları olduğu kabul edilen kolajen hidrolizat eklenerek fonksiyonel bir ürün elde edilmiş ayrıca glikoz şurubu ve sakkaroz miktarı azaltılarak ikame olarak inülin gibi bir prebiyotik eklenmesiyle düşük şeker içerikli ve enerjisi azaltılmış yumuşak şekerlemeler üretilmiştir.



**Şekil 4.9.** Sırasıyla depolama öncesi yumuşak şekerlemeler; kontrol, inülinli, düşük kolajenli, yüksek kolajenli, %20 kolajen+%40 inülinli, %10 kolajen+%50 inülinli



**Şekil 4.10.** Sırasıyla 60 gün depolama sonrası yumuşak şekerlemeler; kontrol, inülinli, düşük kolajenli, yüksek kolajenli, %20 kolajen+%40 inülinli, %10 kolajen+%50 inülinli

##### 4.1. Nem İçeriği, Su Aktivitesi, pH ve Titrasyon Asitliğine İlişkin Sonuçlar

Çizelge 4.3’de jöle tipi yumuşak şekerleme üretiminde meydana gelen fizikokimyasal değişimlerin saptanabilmek için depolama öncesi ve 60 günlük depolama sonrası yapılan kuru madde ve nem içeriği, pH, su aktivitesi ile titrasyon asitliği analiz sonuçları verilmiştir. Nem içeriği, nihai üründeki kaliteyi doğrudan etkilediğinden şekerlemeler ve birçok gıda için önemli kriterlerden biridir. Su, şekerlemelerin üretiminde önemlidir ve dokuyu oluşturan önemli bir faktördür, genellikle depolama sırasında raf ömrünü etkileyen sınırlayıcı parametredir (Ergun ve ark., 2015). Yumuşak şekerleme örneklerinde depolama öncesinde kuru madde içeriği en yüksek kontrol şekerlemede ( $81.17 \pm 0.25$ ), en düşük ise %20 kolajen + %40 inülin ve %20 kolajen içeren şekerleme örneklerinde bulunmuştur. Kolajeni yüksek oranda içeren örneklerde nem içeriğinin yüksek olması su tutma kapasitesinin yüksek olmasına dayandırılabilir (Tanaka ve ark., 2009). Üretimden hemen sonra kolajenin muhafaza ettiği nem, depolama ile birlikte diğer kolajensiz örneklerin seviyelerine yaklaşmış, örneklerin nem değerleri arasında önemli bir fark kalmamıştır. Depolama sonrasında en

yüksek kuru madde içeriğini yüksek kolajenli şekerleme, en düşük kuru madde içeriği ise düşük kolajen içeren şekerleme örneğine ait bulunmuştur. Bu sonuçlara göre inülinli şekerleme örneği depolama boyunca nem içeriği %2.49 oranında azalarak en az değişen örnek olmuştur. Demircan (2019)'ın yüksek lif içerikli jelly üretimi çalışmasında şeker ve inülin oranlarının nihai ürünün nemine etkisinin benzer olduğunu göstermekle birlikte nemi etkileyen jelatin solüsyonu asıl parametredir. Bu durumun sebebi jelatinin su tutma kapasitesiyle birlikte jelatin solüsyonunun nem içeriğinin yüksek olmasıdır.

Depolama sonrasında nem değerlerinde sadece kontrol şekerleme örneğinde %5.73 oranında artmış olup; inülinli şekerlemede %2.49, düşük kolajenli şekerlemede %6.95, yüksek kolajenli şekerlemede %11, %20 kolajen+%40 inülin içeren şekerlemede %7.23 oranında azalmıştır. En fazla nem kaybeden şekerleme örneği %11.37 ile %10 kolajen+%50 inülin içeren şekerleme örneği olmuştur.

**Çizelge 4.2.** Jöle tipi yumuşak şekerlemelerin fizikokimyasal analiz sonuçları

Depolama zamanı	Örnek adı	Kuru madde içeriği (%)	Su aktivitesi (a <sub>w</sub> )	pH	Titrasyon asitliği (g/mL)
1. Gün	Kontrol	81.17±0.25 <sup>aA</sup>	0.61±0.01 <sup>dB</sup>	3.76±0.02 <sup>dB</sup>	1.14±0.23 <sup>aB</sup>
	Inülinli Şekerleme	80.39±0.18 <sup>a</sup>	0.65±0.01 <sup>cB</sup>	3.9±0.02 <sup>cB</sup>	1.00±0.22 <sup>aB</sup>
	Kolajenli Şekerleme (%10)	75.62±0.63 <sup>b</sup>	0.67±0.02 <sup>bcB</sup>	4.46±0.01 <sup>bB</sup>	1.50±0.27 <sup>aB</sup>
	Kolajenli Şekerleme (%20)	73.75±0.26 <sup>cdB</sup>	0.75±0.01 <sup>aA</sup>	4.57±0.00 <sup>aB</sup>	1.57±0.28 <sup>aB</sup>
	Kolajen (%20)+İnülin (%40)	73.46±0.75 <sup>dB</sup>	0.70±0.01 <sup>bB</sup>	4.54±0.02 <sup>aB</sup>	1.50±0.28 <sup>aB</sup>
	Kolajen (%10)+İnülin (%50)	74.68±0.41 <sup>bcB</sup>	0.68±0.01 <sup>bcB</sup>	4.44±0.04 <sup>bB</sup>	1.40±0.27 <sup>aB</sup>
60. Gün	Kontrol	77.86±4.72 <sup>aB</sup>	0.70±0.03 <sup>bcA</sup>	4.15±0.01 <sup>bA</sup>	3.74±0.70 <sup>aA</sup>
	Inülinli Şekerleme	77.87±1.98 <sup>a</sup>	0.67±0.00 <sup>cA</sup>	4.33±0.24 <sup>bA</sup>	4.03±0.77 <sup>aA</sup>
	Kolajenli Şekerleme (%10)	77.78±0.68 <sup>a</sup>	0.68±0.01 <sup>cA</sup>	4.87±0.02 <sup>aA</sup>	3.71±0.92 <sup>aA</sup>
	Kolajenli Şekerleme (%20)	78.87±1.57 <sup>aA</sup>	0.67±0.00 <sup>cB</sup>	4.93±0.01 <sup>aA</sup>	4.37±0.83 <sup>aA</sup>
	Kolajen (%20)+İnülin (%40)	78.05±0.87 <sup>aA</sup>	0.78±0.01 <sup>aA</sup>	4.85±0.01 <sup>aA</sup>	4.23±0.98 <sup>aA</sup>
	Kolajen (%10)+İnülin (%50)	78.16±1.99 <sup>aA</sup>	0.73±0.02 <sup>bA</sup>	4.85±0.02 <sup>aA</sup>	3.83±0.74 <sup>aA</sup>

Şortalama ± standart sapma

\* Farklı küçük harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0.05)

\*\* Farklı büyük harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar depolamadaki farkı göstermektedir (P<0.05)

60 günlük depolama boyunca pektin jellerinin yapısı sıkı bir şekilde şekere bağlı olduğundan, jel yapısı şekerin çözünmesi ile gevşemiştir. Bu durum yapıya daha fazla suyun girmesine neden olmuştur. Depolama sonrasındaki nem artışı glikoz şurubu kaynaklı olduğu da düşünülmektedir. Yüksek mısır şurubu içeriği kullanıldığında, higroskopik özelliğinden dolayı nemi kolayca alır (Ergun, 2015). Fakat şekerleme örneklerindeki jelatinin su tutma kapasitesi yüksek olduğu için, çiğneme farklılığı, yapışkanlık, sertlik, erken kristalleşme, yüzey dokusundaki ürün kusurları nem içeriğindeki varyasyonlar gibi örneklerin arasında önemli farklılıklar ve olumsuz bir etki oluşturmamış, kabul edilebilir bulunmuştur.

Arrez ve ark. (2016) yaptıkları bir çalışmada, karpuz suyunun eklendiği yumuşak şekerlemede nem içeriğini %12.70-15.00 arasında bulmuşlardır (Ünal, 2021). Başka bir çalışmada, düşük enerjiye sahip stevia, izomalt ve maltitol gibi tatlandırıcılar eklenerek ve meyve suyu kullanılarak üretilen jelatin bazlı yumuşak şekerlemelerin nem oranları %28.6-%34.1 arasındadır (Rivero ve ark., 2021). Sakkaroz ikamesi olarak balı kullanan Mutlu ve ark. (2018), jöle şekerlemedeki nem içeriğini %20.05-25.68 aralığında bulmuştur. Karınca (2011), mineral ve vitamin kullanarak zenginleştirilmiş yumuşak şekerleme üretimi sonucunda nem içeriğinin %19.2- 19.8 olduğunu bildirmiştir. Genel olarak, su aktivitesi ortam RH'sinin yaklaşık %50'sinden fazla olan şekerler nem kaybetmeye meyillidir.

Jöle şekerler ve sakızlı jöle şekerler, nispeten yüksek nem içeriğine (%15-20) sahiptir (Jeffery, 2001). Jöle ve sakızlı şekerler genellikle 0.5-0.7  $a_w$  değerine sahip oldukları için, kuru koşullarda depolanması sertleşme ve nem kaybetme eğilimi göstermesine sebep olur. Bu sistemlerde suyun kontrolü hidrokolloidin jelleşmesi yoluyla sağlanır ve ürünün dokusu için önemlidir (Ergun ve ark., 2015).

Blinnikova ve ark. (2020), doğrusal programlama yöntemini kullanarak, kolajenle zenginleştirilmiş meyve jöleli tatlıların tarifini simüle etmiştir. Reçeteli katkı maddeleri olarak beyaz şeker, melas, çilek püresi, agar-agar, sitrik asit, çilek tozu, kolajen hidrolizat solüsyonu kullanılmıştır. Yapılan şekerlemede nem içeriğinin en fazla %32.0 olduğu belirtilmiştir.

Sitrik asit bazı formülasyonlarda su ile çözündürülerek ürüne eklenmektedir. Formülasyona, istenilen asitlik – tat dengesinin sağlanması, pürüzsüz çiğnenebilirlik, hacmin sağlanması ve istenilen nem içeriğinin tutulması amacıyla jelatin ve şekerin yapısını düzeltmek için eklenir. Kaynama noktası yükselmesi ile şeker üretimi sırasında

kontrol edilen su içeriği, şekerlerin dokusunu oluşturan en önemli parametrelerden biridir (Karıncı, 2011).

Yapılan bir çalışmada, enstrümantal teknikler kullanılarak jöle şekerlemelerin depolanması sonucunda ölçülen duyuşal değişimler ilişkilendirilerek ürünlerin raf ömrü belirlenmiştir. Glukoz şurubu:şeker oranı, jelatin ve nişasta miktarının şekerleme ürünlerinin duyuşal özelliklerine ve kalitesine etkisi tespit edilmiştir. Glukoz şurubu:şeker oranı, jöle sakızlarının tarifindeki glukoz şurubu miktarını artırarak ya da sakaroz miktarını azaltarak artabilir. Glukoz şurubu arttığında veya sakaroz azaldığında jöle sakızlarının sertliği azalmıştır. Jelatin ve nişasta kullanımı ise jöle şekerlemelerin sertliğini artırmıştır. Su aktivitesi ve nem içeriği glukoz şurubu:şeker oranından etkilenmiştir. Glukoz:şeker oranı arttığında aynı jelatin ve nişasta seviyesinde, nem içeriği artmıştır. Bir hafta sonra 30 °C’de nem içeriği değişimi 60 gün sonra 15-22 °C’deki değişime yakın tespit edilmiştir. 10 °C ve 20 °C’ye kıyasla 30 °C’deki su aktivitesi değişim oranı iki kattan daha fazla çıkmıştır. Glukoz şurubu:şeker 1.5 olan formülasyonlar renk ve pH bakımından uygun olmuştur. Duyusal olarak, jelatin miktarı yapıda ve nişasta miktarı görünümde etkilidir. Duyusal değerlendirmede daha yüksek puan alan nişastasız, 1.5 oranında glukoz şurubu:şeker içeren, %6 jelatinli şekerleme depolama süresince önemli parametreler bakımından en sabit formülasyonu oluşturmuştur ve 52 haftalık raf ömrü belirlenmiştir (Tireki, 2017).

Depolama öncesi su aktivitesi değeri Çizelge 4.3’de en yüksek kolajen içrikli şekerleme (0.75±0.01) örneğinde belirlenirken, en düşük kontrol şekerleme (0.61±0.01) örneğinde belirlenmiştir. Düşük moleküler ağırlığa ve yüksek çözünürlüğe sahip bileşenler, su aktivitesini azaltmakta etkilidirler (Ergun ve ark., 2015). Depolama sonrasında örneklerin su aktivitesi değeri 0.67-0.78 arasında değişmiş olup en düşük su aktivitesi değerini inülinli şekerleme ve yüksek kolajenli şekerleme örneği, en yüksek su aktivitesi değerini ise %20 Kolajen+ %40 İnülin içeriğine sahip şekerleme örneği göstermiştir. Yüksek kolajen içeriğine sahip şekerleme örneğinin su aktivitesi değeri depolama sonrasında azalma göstermiştir. Araştırma sonucuna göre su aktivitesindeki artışı, suyu fazlaca emen ve higroskopite özelliği yüksek olan kolajen hidrolizattan kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Amjadi ve ark. (2018), jöle tipi yumuşak şekerlemelerini %10 ve %5 oranlarında sadece betanin ile betanin+nanolipozom kombinasyonu şeklinde üretmiştir. Üretilen şekerlemelerin su aktivitesi değerleri 0.54-0.68 aralığında tespit edilmiştir. Yapılan

çalışmada, jöle tipi yumuşak şekerlemelere nanolipozomların ilavesiyle hidrojen bağları yoğunlaşmış ve su aktivitesini azaltmıştır.

Literatüre bakıldığında inülindeki su bağlama kapasitesi, hidrokolloidlere göre düşüktür, fakat jel yapı oluşturma özelliği gösterir. Bu yüzden inülinli şekerleme örneğinin diğerlerine göre daha düşük su aktivitesine sahip olması, daha güçlü jel ağı oluşturmaya ilişkilendirilmiştir (Delgado ve Banon, 2018).

Pocan ve ark. (2020)'nin, farklı ağırlığa sahip jelatin bazlı şekerlemelerde optimum kurutma sürelerinin belirlenmesi amacıyla yaptığı bir çalışmada, tavlama süresi, fırında kuruma süresi, şekerlerin birim ağırlığı gibi parametreleri incelemiştir. Birim ağırlığı 2.5 g olan kaplanmamış numuneler için su aktivitesi fırında 12 saatten 16 saate 0.45-0.53 aralığında değişirken, nem içeriği neredeyse sabit kalmıştır ( $P > 0.05$ ). 20 saat civarında, nem içeriği belirgin bir şekilde azalırken,  $a_w$  değerleri çok fazla değişmemiştir.

Şekerleme örneklerinin depolama öncesinde pH değerleri 3.76-4.57 aralığındadır (Çizelge 4.3). pH değeri kolajenin formülasyona dahil edildiği örneklerde daha yüksek bulunmuştur. Depolamadan sonra şekerleme örneklerinin pH değerleri 4.15-4.93 arasında belirlenmiştir. Yüksek pH değerleri kolajenli örneklerde tespit edilmiş, en düşük değeri ise kontrol şekerleme örneği göstermiştir. Bütün örneklerin depolama sonrasında pH değerlerinde artma gözlenmiştir. Şekerleme örneklerinde belirli oranlarda kullanılan kolajen ve inülin ikame maddeleri, depolamanın öncesinde ve sonrasında pH değerlerini kabul edilebilir seviyede etkilemiştir. Şekerleme ürünlerinde, pişirmede ve kalıplamadan önce jelin stabilitesi için pH önemlidir (Lees ve Jackson, 1973). Lees ve Jackson'a (1973) göre, jelatin bazlı ürünler için çözeltinin pH'ı 4.4 ile 5.0 arasında olmalıdır. Çalışmalarda pH değerinin istenilen seviyede tutulması için sitrik asit ilavesi yapılmıştır (Delgado ve Banon, 2014 ; Rivero ve ark., 2021). Bu çalışmada trisodyum sitrat ve sitrik asit belirli oranlarda karıştırılarak uygulanmıştır. Şekerleme örneklerinin pH değerleri literatürle uyumlu bulunmuştur.

Inülin sıcaklığa ve ısıya dayanıklıdır, uzun süre yüksek sıcaklığa ve düşük pH ya (<3.5) maruz bırakılırsa kayıplar oluşabilir (Demircan, 2019).

Bayram (2013)'in yaptığı bir çalışmada % 2.5 oranında kolajen hidrolizat içeren portakal, portakal üzümlü, elma ve elma üzümlü olmak üzere 4 farklı meyveli içecek formülasyonu geliştirilmiştir. Meyveli içecekler pastörizasyon işlemine tabi tutulması sebebiyle meyveli içeceklerin pH değerleri sitrik asit ilavesi ile pH 4.5 değerinin altına

düşürülmüştür. 10 haftalık depolama süresi boyunca meyveli içecek örneklerinin tamamında pH derecesi 3.92-4.07 arasında değişme göstermiştir.

Çalışmamızda pH değerlerinin yükselmesi kolajen içeriğindeki bazik karakterli aminoasitlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Şekerleme örneklerinin depolama öncesi titrasyon asitliği değerleri 1.00-1.57 aralığındadır (Çizelge 4.3). Titrasyon asitliği değerleri de kolajenin formülasyona dahil edildiği örneklerde daha yüksek bulunmuştur. Depolamadan sonra şekerleme örneklerinin titrasyon asitliği değerleri 3.71-4.37 arasında belirlenmiştir. En yüksek titrasyon asitliği değeri hem depolama öncesi hem de depolama sonrası sonuçlarına göre yüksek kolajen içerikli şekerleme örneğine aittir. Bütün örneklerin depolama sonrasında titrasyon asitliği değerlerinde artma gözlenmiştir.

Durrani ve ark. (2010), elma posasının kullanıldığı belirli oranlarda (%0.1 ve 0.5) sodyum benzoat ve potasyum metabisülfid koruyucularını kullanarak yumuşak şekerleme örneklerinin fizyokimyasal özelliklerini değerlendirmişlerdir. Çalışmada, koruyucular ile korunmuş yumuşak şekerlemeler 90 gün oda sıcaklığında depolanmıştır. Sonuçlara göre, depolama koşulları ve süresi yumuşak şekerlemelerin titre edilebilir asitliğini önemli derecede etkilemiştir. Daniela ve ark. (2013), jelatin bazlı goji meyveli yumuşak şekerleme üretmişlerdir. 10 günlük depolama süresince şekerlemelerin titrasyon asitliği % 0.21, %0.22 ve %0.23 olarak hesaplanmıştır.

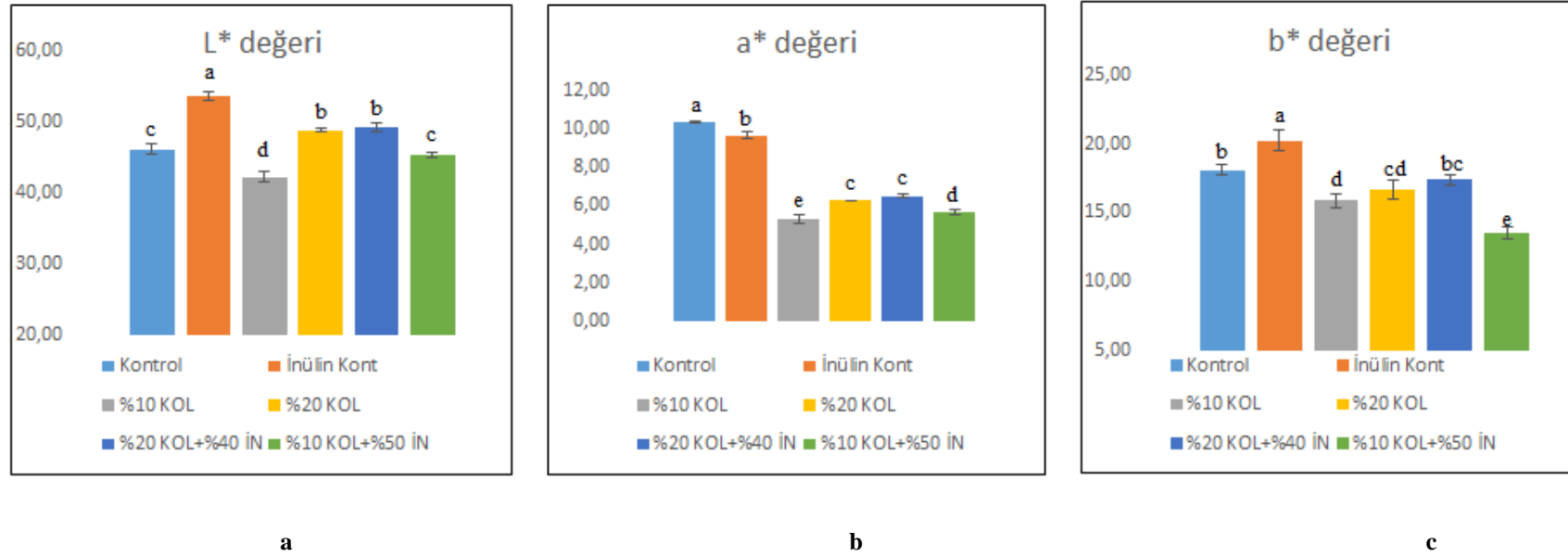
Mutlu ve ark. (2018), gıda katkı maddeleri ve şeker şurubu yerine, taze meyve suları ve bal kullanarak jöle tipi yumuşak şeker üretmişlerdir. İki karıştırma tekniği (sıcak 115°C'de ve soğuk 50-55°C'de) ile üç jelatin dozu (bal ağırlığının %15, %20 ve %25'i) kullanılarak bal içerikli yumuşak şekerlerin kalite özelliklerini araştırmışlardır. Ballı jöle şekerlerin titre edilebilir asitliği ve pH değeri, karıştırma tekniği ve jelatin dozundan önemli ölçüde etkilenmiştir. Sıcak karıştırma tekniğinin (115°C) ballı jöle pH değerini düşürdüğü ve şekerlerin toplam titre edilebilir asitliğini arttırdığı belirlenmiştir. Ballı jöle şekerlerinde asitlik ve pH değişiklikleri, şekerlerin yüksek sıcaklıkta zayıf asit ortamında şeker asitlerine dönüştüğü bilindiğinden, yüksek sıcaklıkta heksozun oksidasyonu ile oluşan şeker asitlerinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Fennema, 1996). Karışımdaki bal oranının azalması nedeniyle jelatin dozu arttıkça asitlik azalmıştır. Şekerlerin pH değeri 3.35-4.29 arasında değişmiştir.

## 4.2. Renk Analizine İlişkin Sonuçlar

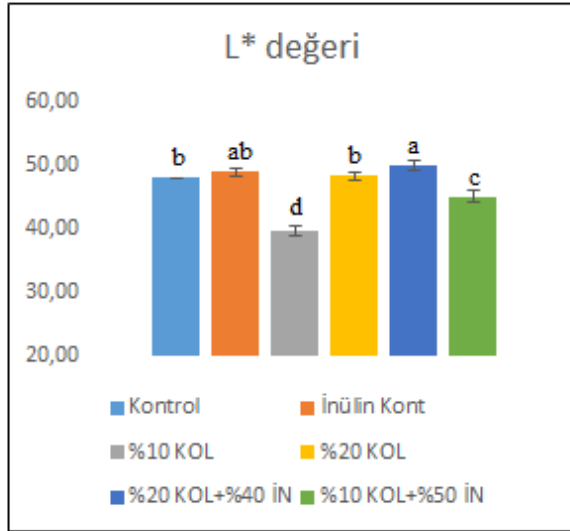
Renk, gıdalarda görünümünü, tat algısını ve gıdanın kabulünü etkileyen önemli bir kalite kriteridir. Çalışmada yapılan renk analizi sonucunda yumuşak jöle tipi şekerlemelerin depolama öncesinde ve 60 günlük depolama sonrasında  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri Şekil 4.12(a), 4.12(b) ve 4.12(c)'de gösterilmiştir.

Şekil 4.12a'da depolamanın öncesindeki şekerleme örneklerinin  $L^*$  değerleri incelendiğinde en yüksek parlaklık inülinli şekerleme örneğine aittir. Düşük kolajenli şekerleme örneğinin parlaklığı ise en düşük düzeyde belirlenmiştir. 60 günlük depolama sonrasında %20 kolajen+ %40 inülin içeren şekerleme örneğine ait  $L^*$  değeri en yüksek değere sahipken, yine en düşük  $L^*$  değerine düşük kolajenli şekerleme örneği sahiptir. Şekil 4.12b'de depolama öncesi şekerleme örneklerinin  $a^*$  (yeşillik-kırmızılık) değerleri incelendiğinde kontrol şekerleme örneğinin (10.31) ve inülinli şekerleme örneğinin (9.66)  $a^*$  değerleri daha yüksekken, diğer örneklerin  $a^*$  değerleri arasında önemli bir farklılık yoktur. 60 günlük depolama örneklerin  $a^*$  değerlerinde azalmaya neden olmuştur (Şekil 4.13b). Bir çalışmada jelatin bazlı yumuşak şekerleme örneklerindeki sakaroza ikame olarak D-psicose eklenmesinin artırmasıyla, örneklerdeki kırmızımsı rengin arttığı tespit edilmiştir (Poçan ve ark., 2019)

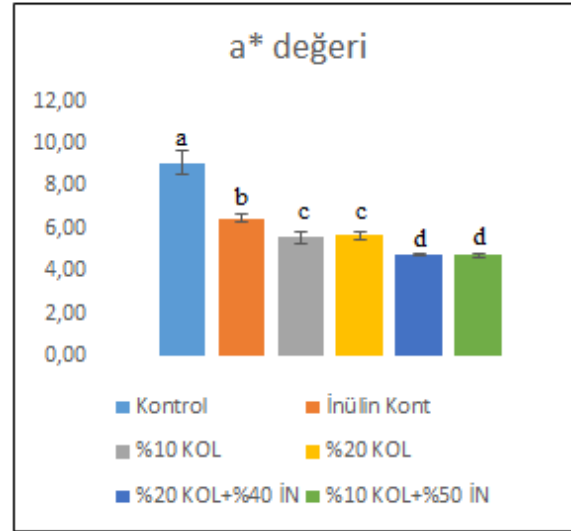
Şekil 4.12c'da örneklerin depolama öncesindeki  $b^*$  (mavilik-sarılık) değerleri incelendiğinde ise inülinli şekerleme (20.24) örneğinin değeri en yüksektir. 60 günlük depolama sonrasında en yüksek  $b^*$  değerine sahip şekerleme örneği kontrol şekerleme (20.18) örneği olmuştur (Şekil 4.13c). İnülinli şekerleme örneğinin değeri (12.22) ise önemli oranda azalmıştır.



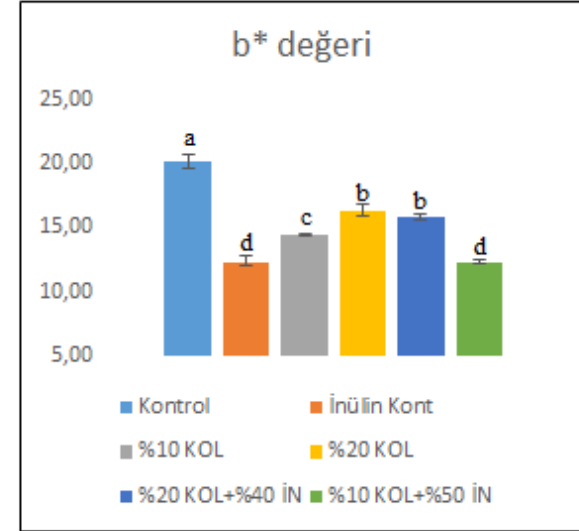
Şekil 4.11. Renk analizinde depolama öncesi a) L\*, b) a\* ve c) b\* değerleri



a



b



c

**Şekil 4.12.** Renk analizinde depolamanın 60. gününde **a)** L\*, **b)** a\* ve **c)** b\* değerleri

Kurt ve ark. (2021), yaptıkları çalışmada yapay katkı maddeleri ve glikoz şurubu ikamesi olarak üzüm, keçiyoynuzu ve dut pekmezini kullanıp jelatin bazlı yumuşak jöle tipi şekerleme üretmişlerdir. Bileşimdeki jelatin oranının artmasıyla renk değerlerinde dut ve üzüm pekmezi arasında önemli bir değişim saptanamamıştır. Ancak keçiyoynuzu içeren yumuşak şekerlemede önemli farklılıklar gözlemişlerdir. Keçiyoynuzu pekmezi içeren şekerlemeler diğer şekerlemelere oranla daha yüksek değerlerdeki L\*, a\* ve b\*'ye sahipken, bu değerler jelatin ile düşmüştür. Santos ve ark. (2020), polipropilen ve cam gibi farklı malzeme içeriğine sahip ambalajlarla paketlenen portakallı düşük enerjili yumuşak şekerleme örneklerinin depolaması sonrasında renk kriterleri değişimini incelemiştir. Depolama sonrasında her iki ambalajda da şekerleme örneklerinin parlaklığı (L\*) azalma göstermiştir.

Yapılan bir çalışmada şekerlemelerde kullanılan yapay renklendiricilere alternatif olarak kırmızı renk veren ve antioksidan özelliği olan doğal karamuk (*Berberis crataegina*) bitkisi kullanılmıştır. Jöle, sakız ve marshmallow örneklerinde panelistler %5 ve %10 karamuk ekstresi ilaveli şekerlemelerin renklerini beğenmişlerdir. Ayrıca şekerlemelerin 2 aylık yaşlandırma kabininde depolanması sonrası renk ve tekstür analizleri tekrarlanmıştır. Karamuk ekstresi ile renklendirilen ürünlerde gözle görülür bir biçimde açılma olduğu gözlemlenmiştir (Çoban, 2020).

#### 4.3. Tekstür Analizine İlişkin Sonuçlar

Yumuşaklık, çiğneme ve sertlik yumuşak şekerlerde kritik tekstürel özelliklerdir (Borwankar, 1992). Yumuşak şekerler, tüketici beğenisini etkileyen bazı tekstürel özelliklere sahiptir. Her özellik şekerlemelerdeki belirli bir bileşiğin kalitesine ve miktarına bağlıdır. Yapıdaki sertlik, su içeriğinden kaynaklanmış olup, karbonhidratların moleküler ağırlığı ise çiğnemeye karşı dayanıklılık ile ilişkilidir (Komes ve ark.,2011). Çizelge 4.4'de jöle tipi yumuşak şekerleme örneklerinin esneklik ve sertlik değerleri üzerine kolajen ve inülin ikamesinin ve 60 günlük depolamanın etkisi verilmiştir.

Depolama zamanı	Örnek adı	Sertlik (g)	Esneklik
1. gün	Kontrol Şekerleme	233.51±14.57 <sup>a</sup>	50.42±2.52 <sup>c</sup>
	İnülinli Şekerleme	248.05±39.98 <sup>aB</sup>	42.25±5.20 <sup>dA</sup>
	Kolajenli Şekerleme (%10)	153.02±29.64 <sup>b</sup>	63.11±5.95 <sup>aA</sup>
	Kolajenli Şekerleme (%20)	99.55±10.43 <sup>cB</sup>	55.60±3.28 <sup>bcA</sup>
	Kolajen(%20)+İnülin(%40)	110.02±15.66 <sup>cB</sup>	44.36±4.55 <sup>d</sup>
	Kolajen(%10)+İnülin(%50)	122.82±8.21 <sup>bcB</sup>	59.12±2.31 <sup>abA</sup>
60. gün	Kontrol Şekerleme	251.32±40.47 <sup>b</sup>	50.63±2.37 <sup>ab</sup>
	İnülinli Şekerleme	299.82±34.97 <sup>aA</sup>	34.97±1.71 <sup>aB</sup>
	Kolajenli Şekerleme (%10)	175.72±14.09 <sup>c</sup>	50.57±0.83 <sup>abB</sup>
	Kolajenli Şekerleme (%20)	138.31±21.62 <sup>cA</sup>	48.54±6.69 <sup>abB</sup>
	Kolajen(%20)+İnülin(%40)	172.10±31.16 <sup>cA</sup>	46.28±1.11 <sup>b</sup>
	Kolajen(%10)+İnülin(%50)	229.57±42.23 <sup>bA</sup>	45.42±3.87 <sup>bB</sup>

**Çizelge 4.4** Yumuşak şekerlemelerin tekstür analiz sonuçları

şortalama ± standart sapma

\* Farklı küçük harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0.05)

Yeni üretilen şekerleme örneklerine yapılan sertlik analizi sonuçları 99.55-248.05 aralığında belirlenmiştir. 60 günlük süreyle 4 °C’de depolanan şekerleme örneklerinin sertlik değerleri 138.31-299.82 aralığında bulunmuştur. İnülinli şekerleme örneği 248.05 sertlik değeri ile en yüksek değere sahip olmuştur. Bütün ürünlerin sertlik değeri depolama sonrasında artmıştır. Kontrol numunelerindeki sertlik, inülinin kullanılması ile artmıştır. Şekerlemeye ilave edilen kolajen hidrolizatın şekerlemeyi yumuşaklık yönünden artırdığı yapılan analizlerde de gözlemlenmiştir. Kolajen miktarı arttıkça şekerlemenin sertlik değerinin düştüğü görülmektedir. Kolajeni yüksek oranda içeren örneklerde nem içeriğinin yüksek olması su tutma kapasitesinin yüksek olmasına dayandırılabilir (Tanaka ve ark., 2009). Bu durum sertliği etkilemektedir.

Tireki (2017)’ nin yaptığı bir çalışmada, enstrümantal teknikler kullanılarak jöle şekerlemelerin depolanması sonucunda ölçülen duyuşal değişimleri ilişkilendirilerek ürünlerin raf ömrü belirlenmiştir. Glukoz şurubu:şeker oranı, jelatin ve nişasta oranlarının şekerlemenin duyuşal özelliklerine ve kaliteye etkisi tespit edilmiştir. Glukoz şurubu:şeker oranı, jöle sakızlarının tarifindeki glukoz şurubu miktarını artırarak

ya da sakaroz miktarını azaltarak artabilir. Glikoz şurubu arttığında veya sakaroz azaldığında jöle sakızlarının sertliği azalmıştır. Jelatin ve nişasta kullanımı ise jöle şekerlemelerin sertliğini artırmıştır. Bu bulgular, formülasyondaki glikoz şurubu/şeker oranının, reçetede jelleştirici ajan seviyelerinden daha güçlü bir etkiye sahip olabileceğini düşündürmüştür.

Yapılan bir çalışmada şekerlemelerde kullanılan ve sağlığa pek çok zararı olan yapay renklendiricilere alternatif olarak antioksidan özelliği olan ve kırmızı renk veren doğal karamuk (*Berberis crataegina*) bitkisi kullanılmıştır. %1, %5 ve %10 karamuk ekstresi ile renklendirilen sakız, jöle ve marshmallow örneklerine ait tekstür analizi sonuçlarında karamuk katkılı şekerlemelerde kontrol örneğine göre sertlik değerinde azalma, yapışkanlık ve elastikiyet değerinde artış görülmüştür. Şekerleme örneklerine bakıldığında, kontrol, %1 karamuk ve %5 karamuk ilaveli jöle örneklerinde esneklik değerleri sırasıyla 0.994; 0.968 ve 0.852 olarak ölçülürken %10 karamuk ilaveli jöle örneğinde ise 2.386 değerinde ölçülmüştür (Çoban, 2020)

Jöle tipi şekerlemede balık ve sığır kaynaklarından elde edilmiş Tip I ve Tip II kolajen peptitlerinin %2.5, %5 ve %7.5 oranlarında kullanıldığı bir çalışma sonucunda kolajen ilaveli yumuşak şekerlemelerde tekstür ve jelleşme oluşumu gözlenirken, Tip II kolajen peptit ilaveli yumuşak şekerlemelerde tekstür ve jelleşme oluşumu gözlenmemiştir. Balık ve sığır kaynaklı Tip I kolajen peptit ilaveli örneklerin sertlik ve sakızimsılık değerleri kontrol örneğinden daha düşük bulunmuş olup Tip I kolajen peptit içeren örneklerin artan kolajen peptit konsantrasyonuna göre sakızimsılık ve sertlik değerlerinin azaldığı bildirilmiştir (Tazeoğlu ve Arıcı, 2020).

Literatürde, çeşitli ürünlerde inülin kullanılmasıyla sertlik değerlerinde azalmalar olmuştur (Delgado ve Banon, 2018). Yapılan bir çalışmada inülin ve D-tagatozun farklı oranlardaki karışımından oluşan bitter çikolata formülasyonlarında inülin oranındaki artış sonucunda örneklerin sertliği azalmış ve şeker ikamesi olarak inülin tamamıyla kullanıldığı zaman çikolataların sertliği en düşük olmuştur. Bu durumun kaynağının inülindeki hidrofilik gruplara bağlı olarak nemin absorpsiyonu olduğu düşünülmektedir (Ünal, 2021). Mutlu ve ark. (2018)'nin yaptıkları bir çalışmada jelatin oranındaki artışla (%15-20-25) şekerleme örneklerinin daha sert olduğunu belirtmişlerdir.

Esneklik, yumuşak şekerlemelerdeki kalite için önemli parametrelerden biridir. Şekerleme üretiminden sonraki ürünlerde esneklik analiz sonuçları 42.25-63.11 aralığında değişkenlik göstermiş ve en yüksek değer düşük oranlı kolajen içeren

şekerleme örneğine aitken, inülinli şekerleme örneği en düşük değerdedir. Şekerlemeye sadece inülin eklenmesi esneklik değerinde düşüşe neden olurken, sadece kolajen ilavesi esneklikte artışa neden olmuştur. 60 günlük depolama sonrasında esneklik analiz sonuçları 45.42-53.25 aralığında bulunmuştur. Depolama boyunca sadece inülinli şekerleme örneğinin esneklik değeri artarken, düşük ve yüksek kolajen içerikli şekerlemeler ile, %10 kolajen+%50 inülin içeren şekerleme örneklerinin esnekliği azalmıştır.

Ge ve ark. (2021), jöle tipi yumuşak şekerlemelerde asitlerin, besin maddelerinin ve hidrokolloidlerin jelatin ağındaki reolojik davranışlarını nasıl etkilediğini araştırmıştır. Yapılan çalışmada inülin ile jelatinin etkileşimini araştırmak adına formülasyonda bulunan mısır şurubu ve şeker yerine yaklaşık %64 ağırlığında inülin eklenmiştir. Kullanılan sitrik asit ve malik asitin, hidrojen bağlarının oluşumu üzerindeki kısıtlayıcı etkileri nedeniyle jelatin ağını zayıflattığı tespit edilmiştir. Jelatin sakızına agar-agar ve pektin gibi hidrokolloidlerin ilavesi, hidrokolloidlerin doğasıyla ve formülasyondaki jelatine oranıyla jel ağı üzerine sinerjik etki göstermiştir. Jelatin sakızına inülinin dahil edilmesi ile, jelatin ve inülinin hidrojen bağı yoluyla jel ağı güçlendirilmiştir. Sadece jelatinle üretilmiş şekerlemeye göre inülin içerikli şekerlemenin esnekliği 10 kat fazla tespit edilmiştir. Jelatin bazlı yumuşak şekere inülini eklemek, jelatin ve inülin arasındaki jel ağını hidrojen bağıyla güçlendirmiştir.

#### 4.4. Prebiyotik Aktivite Analizine İlişkin Sonuçlar

Inülin, FOS, GOS ve diğer prebiyotik olan karbonhidratlar, prebiyotik aktiviteye sahip karbonhidratlardır (Huebner ve ark., 2007). Prebiyotik, kolon içindeki bir bakterinin veya sınırlı sayıdaki bakterilerin gelişimini veya aktivitesini artıran, insan vücuduna yararlı olarak etki eden sindirelemeyen gıda bileşenleridir (Gibson ve Roberfroid, 1995).

Yumuşak şekerlemelerdeki prebiyotik aktivite analizinde iki farklı suş kullanılmıştır. Bu suşlardan biri olan *Lactobacillus acidophilus* ile yapılan prebiyotik aktivite analizinin 7. gününde 600 nm'de okunan absorbansı sonucu, 0.170-0.320 aralığında bulunmuştur (Çizelge 4.5). 0.170 değeri ile en düşük absorbans değeri ile kontrol şekerleme örneğine sahip olurken, yüksek kolajenli şekerleme örneği en yüksek absorbans değerine sahiptir. Örneklerde koloni sayımı yapılarak da prebiyotik aktivite hesaplanmıştır. *Lactobacillus acidophilus* suşlarının  $0.23-4 \times 10^3$  kob aralığında koloni sayımı yapılmıştır. Kob sayısı arttıkça absorbans değeri de artmıştır. *B. clausii* numunelerinin absorbans

ölçüm sonuçları, 0.220-0.900 aralığında ve toplam koloni sayımları sonucu  $1.38-4.10 \times 10^7$  kob aralığında belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Yumuşak şekerlemelerin prebiyotik aktivite sonuçları

Örnek adı	Absorbans		Koloni (Koloni oluşturan birim)	
	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Bacillus clausii</i>	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Bacillus clausii</i>
Kontrol Şekerleme	0.17±0.03 <sup>§ c</sup>	0.23±0.03 <sup>§c</sup>	0.23x10 <sup>3</sup>	2.8x10 <sup>3 cd</sup>
Inülinli Şekerleme	0.19±0.01 <sup>c</sup>	0.32±0.01 <sup>bc</sup>	1.83x10 <sup>3</sup>	2.03x10 <sup>3 de</sup>
Kolajenli Şekerleme (%10)	0.22±0.02 <sup>bc</sup>	0.90±0.34 <sup>a</sup>	2.5x10 <sup>3</sup>	4.1x10 <sup>3 b</sup>
Kolajenli Şekerleme (%20)	0.32±0.06 <sup>a</sup>	0.41±0.08 <sup>b</sup>	4x10 <sup>3</sup>	2.26x10 <sup>3 cd</sup>
Kolajen(%20)+İnülin(%40)	0.29±0.05 <sup>a</sup>	0.25±0.04 <sup>c</sup>	3.13x10 <sup>3</sup>	3.13x10 <sup>3 c</sup>
Kolajen(%10)+İnülin(%50)	0.24±0.03 <sup>b</sup>	0.45±0.19 <sup>b</sup>	3.1x10 <sup>3</sup>	5.6x10 <sup>3 a</sup>
Glucose	0.22±0.06 <sup>bc</sup>	0.43±0.07 <sup>b</sup>	0.7x10 <sup>3</sup>	1.38x10 <sup>3 e</sup>
Negative Control*	0.17±0.02 <sup>c</sup>	0.22±0.02 <sup>c</sup>	0.36x10 <sup>3</sup>	2.27x10 <sup>3 d</sup>

§ortalama ± standart sapma

\*Negatif Kontrol: Sadece MRS sıvı besiyeri içeren deney tüpüne her bir probiyotik suşunun %1 (hacim/hacim) ilave edilmesiyle hazırlanmıştır.

*Bacillus clausii*, bütün şekerleme örneklerinde gelişmiştir. En yüksek gelişme gösterdiği şekerleme örneği ise %10 kolajen+%50 inülin içeren örnek olmuştur. *Lactobacillus acidophilus* suşu açısından yüksek kolajen içeren şekerleme örneği daha fazla gelişme sağlamıştır. Kolajen içeriğinin %20'ye yükselmesi *Bacillus* suşları bakımından %10 içeriğe göre daha az gelişme ile sonuçlanmıştır.

Miranda ve ark. (2020), yaptıkları çalışmada çarkıfelek posaları ve juçara ile *Bacillus coagulans* GBI-30 6086 bulunduran jelatin içeren şekerlemeyi geliştirerek 90 gün depolamışlardır. Depolamanın sonrasında ölçülen *B. coagulans* sayımları sonucunda,  $0.64 \times 10^2$  kob/g'dan yüksek hesaplanmıştır.

Mumcu ve Temiz (2014)'in yaptığı bir çalışmada 6 ticari prebiyotik maddenin iki adet *Bifidobacterium* spp. ve iki adet *Lactobacillus acidophilus* suşunun asitleştirme aktivitesi ve gelişimi araştırılmıştır. Prebiyotik olarak inulin, FOS, GOS, ksilo-oligosakkarit, laktuloz ve soya fasulyesi oligosakkariti kullanılmıştır. Prebiyotik konsantrasyonu arttıkça, probiyotik bakteri suşlarının asitleştirme aktivitesi ve gelişme performansı artmıştır. *L. acidophilus* türündeki suş farklılığı etki yaratmasa da *Bifidobacterium* cinsindeki tür farklılığı asitleştirme aktivitesi ve gelişme performansına etkisi önemli bulunmuştur. Sonuçlara göre, bir probiyotik bakteri suşunun gelişiminin ve asitleştirme performansının güzel olması, suşa uygun prebiyotik bir madde seçimine bağlıdır.

Genel olarak probiyotik ürünlerin canlı probiyotik mikroorganizma sayısının azalmasına bazı faktörler sebep olur. Üretimde kullanılan bazı parametreler (titre edilebilir asit, pH, tuz ve şeker varlığı, moleküler oksijen, su aktivitesi, bakteriyosinler, yapay aroma ve renklendiriciler, hidrojen peroksit gibi kimyasallar), işleme parametreleri (inkübasyon sıcaklığı, muhafaza yöntemi, ambalaj materyali, ürünün soğutma hızı, ısı uygulama, üretim ölçeği) ile mikrobiyolojik parametrelerdir (inokülasyon oranı, probiyotik suşunun türü-miktarı) bu faktörlerdir (Erem, 2019). Ekmek hamuru içeriğine liyofilize form olarak eklenen probiyotik bakteri *Bifidobacterium lactis* Bb12'nin canlılığına bazı sıcaklık ve pişirme süreleri etkilerinin tespit edildiği çalışmada, 165, 185 ve 205 °C'de pişirme aşamasında 0, 3, 6, 9 ve 12. Dakikada ekmeğin merkezdeki ve orta noktalarındaki *B. lactis* Bb12 bakterisinin canlı sayısında önemli miktarda düşüş gözlenmiştir. *B. lactis* Bb12'nin başlangıcındaki sayı  $2.1 \times 10^6$  kob/g iken, azalmanın en çok gözlendiği zaman 3. dak sonunda 205 °C'de olmakla birlikte, bu sayı  $10^6$  kob/g seviyesine gelmiştir. Daha sonra, 6. dakika sonunda bu üç sıcaklık arasında pek bir fark gözlenmemiştir ve canlı sayısı  $10^3$  kob/g olarak

gözlemlenmiştir. Pişirme aşamasındaki 9. ve 12. dakikalar arasında canlı olan *B. lactis Bb12* sayısı bakımından az bir farklılık vardır, bu sayı  $10^2$  kob/g seviyelerindedir. Tüm pişirme aşamalarında, ekmeğin ortasındaki canlı *B. lactis Bb12* sayısı ekmeğin merkezindeki canlı sayısına göre daha az gözlenmiştir (Zhang ve ark., 2014).

Probiyotik bisküvi üretiminin amaçlandığı bir çalışmada *B. bifidum* (NCDC 236), *L. acidophilus* (NCDC11) ve *L. rhamnosus* (NCDC 17) suşlarının 1:1:1 oranında karıştırılmış, mikroenkapsülasyon yapıldıktan sonra dondurularak kurutulmuş daha sonra krema bileşenlerine eklenmiştir. Bisküvilere  $10^{10}$  kob/g eklenen suşların canlılığı 60 günlük depolama süresince  $10^8$  kob/g seviyesine indiği ve ürünlerin duyu analiz puanlarının kabul edilebilir değerlerde olduğu bildirilmiştir (Muzzafar ve Sharma, 2018).

#### **4.5. Duyusal Analiz Testine İlişkin Sonuçlar**

Şekerli gıdaların dokusu ile istenilen aromanın yakalanması ve özellikleri arasında önemli bir ilişki vardır. Genelde aroma, parçalanma hızı ile ilişkilidir ve daha yumuşak jölelerde algılanması daha güçlüdür (Delgado ve Bañón, 2018). Ayrıca, ekşi ve tatlı aromalar, yapışkan ve güçlü jellerde yapıya daha sıkı bağlanırken, yapışmayan ve zayıf jellerden daha hızlı salınır (Delgado ve Bañón, 2018). Duyusal analize ilişkin sonuçlar Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.4. Yumuşak şekerlemelerin duysal analiz sonuçları

Depolama zamanı	Örnek adı	Renk	Görünüş	Tat/Lezzet	Dişe yapışkanlık	Yumuşaklık/sertlik
1. Gün	Kontrol	8.8 <sup>a</sup>	8.4 <sup>a</sup>	8.7 <sup>a</sup>	6.9 <sup>b</sup>	4.6 <sup>d</sup>
	Inülinli Şekerleme	7.8 <sup>b</sup>	7.8 <sup>ab</sup>	7.8 <sup>bc</sup>	6.7 <sup>bc</sup>	4.7 <sup>d</sup>
	Kolajenli Şekerleme (%10)	7.4 <sup>bc</sup>	7.2 <sup>bc</sup>	7.9 <sup>abc</sup>	7.8 <sup>a</sup>	7.3 <sup>a</sup>
	Kolajenli Şekerleme (%20)	6.6 <sup>d</sup>	6.6 <sup>cd</sup>	8.1 <sup>ab</sup>	5.8 <sup>cd</sup>	5.4 <sup>cd</sup>
	Kolajen(%20)+Inülin(%40)	7 <sup>cd</sup>	6.7 <sup>cd</sup>	7.2 <sup>c</sup>	6.5 <sup>bc</sup>	6.4 <sup>b</sup>
	Kolajen(%10)+Inülin(%50)	6.5 <sup>d</sup>	5.9 <sup>d</sup>	5.6 <sup>d</sup>	5.5 <sup>d</sup>	5.8 <sup>bc</sup>
60. Gün	Kontrol	8.4 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	8.7 <sup>a</sup>	8.6 <sup>a</sup>	8.2 <sup>ab</sup>
	Inülinli Şekerleme	7.3 <sup>b</sup>	7.8 <sup>b</sup>	7.7 <sup>b</sup>	8 <sup>a</sup>	8.3 <sup>a</sup>
	Kolajenli Şekerleme (%10)	7.3 <sup>b</sup>	7.5 <sup>b</sup>	8.2 <sup>ab</sup>	6.2 <sup>b</sup>	7.4 <sup>b</sup>
	Kolajenli Şekerleme (%20)	7.3 <sup>b</sup>	7.5 <sup>b</sup>	7.8 <sup>ab</sup>	5.2 <sup>c</sup>	6.3 <sup>c</sup>
	Kolajen (%20)+Inülin(%40)	6.2 <sup>c</sup>	5.7 <sup>c</sup>	6 <sup>c</sup>	5.6 <sup>bc</sup>	5.4 <sup>d</sup>
	Kolajen (%10)+Inülin(%50)	5.6 <sup>c</sup>	6.1 <sup>c</sup>	5.6 <sup>c</sup>	5.4 <sup>bc</sup>	4.4 <sup>e</sup>

Şortalama ± standart sapma; Toplam panelist sayısı 10 (20-60 yaş); 0= çok kötü, 9=mükemmel

\* Farklı küçük harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Şekerleme örneklerinin yeni şekerlemelerde renk değerlendirmesinde kontrol şekerleme örneği (8.8) en yüksek puana sahipken, %10 kolajen+ %50 inülinli şekerleme örneği (6.5) ise en düşük puanı almıştır. Kontrol örneğine diğer ikamelerin eklenmesi renk beğenisini azaltmıştır. Depolama sonrası rengi en çok beğenilen örnek kontrol şekerleme örneği (8.4), en az beğenilen örnek %10 kolajen+ %50 inülinli şekerleme örneği olmuştur. Depolama sonrasında şekerleme örneklerinde renk değerlerinde azalma görülmüştür.

Görünüş değerlendirmesinde en çok beğenilen şekerleme kontrol (8.4) olurken, %10 kolajen+ %50 inülinli şekerleme örneği en az beğenilen olmuştur. Kontrol örneğine diğer ikamelerin eklenmesi görünüşteki beğeniye azaltmıştır. Depolamanın sonrasına bakıldığında görünüşü en çok beğenilen örnek kontrol, en az beğenilen örnek %20 kolajen+ %40 inülin içeren şekerleme örneği olmuştur. Depolama ile, %20 kolajen+ %40 inülin içeren şekerleme örneği haricinde görünüş beğenisi artmıştır.

Şekerleme örneklerinin üretimin hemen sonrasındaki tat/lezzet değerlendirmesinde kontrol örneği (8.7 puan) en beğenilen şekerleme iken 5.6 puan ile en az beğenilen %10 kolajen+%50 inülinli örnek olmuştur. Kontrol örneğinden sonra en yüksek beğeni alan yüksek oranda kolajen içeren şekerleme örneği olmuştur. 60 günlük depolama sonrası tat/lezzet değeri 5.6 ile 8.7 arasındadır.

Dişe en çok yapışan örnek olarak 7.8 puan ile düşük kolajenli şekerleme örneği belirlenmiştir. En düşük puanı ise 5.5 ile %10 kolajen+ %50 inülinli şekerleme almıştır. Kontrol ve inülinli şekerlemelerin dişe daha az yapışmasıyla tüketici beğenisi artmıştır. Depolama sonrası yapılan dişe yapışkanlık analizi puanları 5.2 ile 8.6 arasındadır.

Şekerleme örneklerinde belirlenen yumuşaklık/sertlik değerlendirmesinde, en çok beğeni alan şeker 7.3 puan ile düşük kolajen içerikli şekerleme olurken diğer şekerlemeler arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Depolama sonrası yapılan değerlendirmede kontrol ve inülinli örnekler en yüksek değerleri alarak en hoş giden yumuşaklığa sahip olmuşlardır. Şekerlemelerin depolama süresince yumuşaklık/sertlik değerleri artarak tüketici beğenisi de artmıştır.

Yapılan bir çalışmada mısır ve patates nişastası kullanılarak 7 farklı yumuşak jöle şekerleme formülasyonu oluşturulmuştur. Formülasyonlarda diğer hammaddeler sabit tutularak nişasta çeşidi ve oranı değiştirilmiştir. Mısır ve patates nişastası kullanılan jöle örneklerinde renk olarak aralarında önemli bir fark tespit edilememiştir. Tekstür analizinde yapışkanlık değeri en yüksek patates nişastasıyla üretilen ürünlerde iken, sertlik değeri en yüksek mısır nişastasıyla üretilen ürünlerdir. 7 farklı formülasyon

kullanılarak yapılan örnekler duyuşal açıdan birbirlerine benzer puanlar almıştır. Jelatinli jöle şekerlemeleri ile karşılaştırıldığında genel beğeni kabul edilebilir düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Top, 2020).

De Avelar ve ark. (2020), jöle şekerlemelerin üretiminde soğuk ortamda jelleşmenin sürdürülebilirliği ve kalitesi üzerine etkisini araştırmıştır. Geleneksel olarak üretilen ve soğukta jelleşen pektin bazlı jölelerin duyuşal özellikleri yakındır.

Rivero ve ark. (2019), propolis ve bal ihtiva eden yumuşak şekerlemeler üretmişlerdir. Jölelerin rengi tüketicilerin %88'i tarafından beğenilerek en çok kabul gören özellik olmuştur. Tüketicilerin %66'sı yapışkanlığı düşük oranda beğenmiştir. Satın alma testi sonucunda da fonksiyonel yeni bir ürün olduğundan katılımcıların %45'i "Ben alırım", %29'u 'almam' ifadesinde bulunmuşken "belki" cevabını ise %26'sı vermiştir.

Golob ve ark. (2004), inülinin, çikolata üzerindeki duyuşal özelliklerine olan etkilerini araştırmıştır. Şeker yerine früktoz ve inülin bulunduran üç farklı çikolata çeşidi (fındıklı, sütlü, pirinçli), normal çikolatayla karşılaştırılmıştır. Değerlendirme sonucunda standart çikolatanın daha fazla beğenildiği belirlenmekle birlikte inülin içeren çikolata da kabul edilebilir bulunmuştur.

#### 4.6. Enerji Değeri Hesaplama Sonuçları

Geleneksel olarak üretilen şekerlemeler, yüksek miktarlarda sakkaroz bulundurduğundan, diyabetli kişiler, obez veya fazla kilolu kişiler, hiperglisemi ve benzeri hastalıklara sahip olan kişiler tarafından tüketimi uygun değildir. Kilosunu kontrol etmek isteyen ve kandaki şeker oranını indirmek isteyen tüketiciler için, düşük sakkarozlu veya ikame madde olarak tatlandırıcıların kullanıldığı şekerlemelerin geliştirilmesine büyük ilgi gösterilmektedir. Kolajenli jöle tipi yumuşak şekerleme örneklerinin inülin ile ikamesi sonucunda 100 gr şekerlemede belirlenen tahmini enerji değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Şekerleme örneklerinin kalori değerleri

Örnek adı	Kalori (kcal)
Kontrol Şekerleme	245.02 kcal
Inülinli Şekerleme	171.15 kcal
Kolajenli Şekerleme (%10)	256.91 kcal
Kolajenli Şekerleme (%20)	258.73 kcal
Kolajen (%20)+İnülin(%40)	177.43 kcal
Kolajen (%10)+İnülin(%50)	162.5 kcal

Şekerleme örneklerinin toplam şeker içeriği (glikoz şurubu ve sakkaroz) %55-60 oranına kadar azaltılarak kolajen ve inülin ile ikamesi yapılmıştır. Şekerleme gruplarının teorik olarak enerji değeri hesaplamasında renk ve aroma bileşenleri ile su içeriğinin enerji değerleri ihmal edilerek sakkarozun (3.86 kcal/g), glikoz şurubunun (2.83 kcal/g), kolajenin (3.6 kcal/g) ve inülinin (1.39 kcal/g) değerleri esas alınmıştır (Ünal, 2021).

Yumuşak şekerleme örneklerindeki enerji değerleri 162.5 kcal/g ile 258.73 kcal/g arasındadır. En düşük enerji değerine inülinli şekerleme örneği sahipken, en yüksek enerji değeri ise yüksek kolajenli şekerleme örneğinde bulunmuştur. Bu durum örneklerde şeker ikamesi yerine kullanılan inülinin düşük enerji değerine, kolajenin ise yüksek enerji değerine sahip olmasıyla ilişkilendirilmiştir.

İçeriğine inülin eklenen şekerlemeler sırasıyla inülinli şekerleme, %20 kolajen+%40 inülinli şekerleme ve %10 kolajen+%50 inülinli şekerleme gruplarının kontrol şekerlemeye kıyasla toplam enerji değerleri sırasıyla %30.14, %27.58 ve %33.67 oranında azaltılmıştır. Kolajen içeren şekerlemelerde ise kolajenden kaynaklı olarak şekerlemelerin enerji içeriği kontrol şekerlemeye göre az da olsa artmıştır. Buna göre; düşük kolajenli yumuşak şekerleme %4.85 oranında, yüksek kolajenli yumuşak şekerleme %5.6 oranında kontrol şekerlemeye göre enerji değeri artmıştır.

Türk Gıda Kodeksi'nde yönetmelikte, bir gıda ürünü için 'enerjisi azaltılmış/daha az enerjili' tanımı için; üretilen ürünlerdeki enerji miktarında, başka benzer bir ürüne kıyasla en az %30'luk azalma olması gerekmektedir. Kodekse göre bu çalışmada üretilen inülin içerikli jöle tipi yumuşak şekerlemeler daha az enerjili veya enerjisi azaltılmış ürünler grubuna dahil olmaktadır.

Gök ve ark. (2020), sakkaroz, jelatini ve glikoz şurubunu kullanarak ürettiği şekerlemenin enerji değeri 406.2 kcal/g dir. Şeker oranının azaltılması amacıyla ilk olarak glikoz şurubu ile maltitol şurubunu (2.4 kcal/g) kullanmışlar ve şekerlemenin enerji değerini 314.2 kcal/g değerine düşürerek %22.7 oranında azaltmışlardır. İkinci olarak çözümlü buğday lifinin (1.7 kcal/g) sakkaroz yerine kullanılarak şekerlemedeki enerji değeri 212.7 kcal/g'ye %32.3 oranında düşmüştür.

## 5. SONUÇLAR

- Yumuşak jöle tipi şekerleme üretiminde sakkaroz ve glikoz şurubu, kolajen ve prebiyotik bir madde olan inülin ile ikame edilerek enerji değeri düşük fonksiyonel bir şekerleme formüle edilmiştir.
- Formülasyonda glikoz ve sakkarozdan belirli miktarlarda azaltılarak jöle kıvamı kabul edilebilir seviyede tutulmaya çalışılmış olup, kolajenin yapıya olan etkisinden dolayı kıvam verici madde olarak pektinle birlikte jelatinin de kullanılmasına karar verilmiştir.
- *Bacillus clausii* suşundaki probiyotik etki *Lactobacillus acidophilus* suşundaki probiyotik etkiye göre daha fazla olmakla birlikte bakteri gelişimi açısından bütün şekerlemelerde prebiyotik etki ortaya konmuştur.
- Depolama süresi boyunca bütün şekerleme örneklerinin tekstürel açıdan değerleri artmış olmakla birlikte, depolama sonrası çiğnenebilirlik ve yumuşaklık/sertlik değerleri daha iyi bulunmuştur.
- Fizikokimyasal, duyuusal, enerji değerleri ve prebiyotik aktivite özellikleri genel olarak değerlendirildiğinde kolajenin hem tek başına hem de inülin ile kullanımı olumlu sonuçlar vermiştir.
- İnülünün kullanıldığı kolajenli şekerleme örnekleri çeşitli üstünlükler göstermiştir.
- Yumuşak şekerleme örneklerinin enerji değerleri 162.5 kcal/g ile 258.73 kcal/g arasında değişmekle birlikte en düşük enerji değerine inülinli şekerleme örneği sahipken, en yüksek enerji değerine ise %20 kolajen içeren şekerleme örneği sahiptir.

## 6. TARTIŞMA VE ÖNERİ

Bu çalışmada kolajen ve inülin içeren yumuşak jöle şekerleme üretilmiştir. Kolajen ve inülinin şekerlemede ayrı ve de birlikte kullanımıyla tüketici talep ve beklentilerini karşılayabilecek jöle şekerleme üretilbileceği belirlenmiştir. Kolajen içerikli ürünlerle ilgili yapılan çalışmalar oldukça kısıtlıdır veya patentli olduğu için ulaşılması zordur. Tekstürel anlamda, kolajen ilavesi üretilen jöle şekerlemelerin sertliğini düşürmüştür. Kolajen kullanımıyla birlikte şekerlemelerin pH değerleri yüksek bulunmuş. Bu artışın kolajenin içerdiği bazik yapıdaki aminoasitlerden kaynaklı olduğu düşünülmüştür.

## 7. KAYNAKLAR

- Altay, D., 2018, Çikolata ve şekerleme sektörüne genel bakış, <http://www.gidateknolojisi.com.tr/haber/2018/08/cikolata-ve-sekerlemesektorune-genel-bakis> [Ziyaret Tarihi: 06 Temmuz 2022].
- Amjadi, S., Ghorbani, M., Hamishehkar, H., ve Roufegarinejad, L., 2018, Improvement in the stability of betanin by liposomal nanocarriers: Its application in gummy candy as a food model, *Food Chemistry*, 256, 156–162. doi:10.1016/j.foodchem.2018.02.114.
- Anonim, 2018, İnfografik: Türkiye'de şekerleme ve çikolata sektörü, WorldFoodIstanbul, <https://www.worldfood-istanbul.com/Fuar-Hakk%C4%B1nda/Sektorel-Haberler/Infografik-Turkiye-de-sekerleme-ve-cikolata-sekto> [Ziyaret Tarihi: 06 Temmuz 2022].
- Aragon, L. C. Alarcon, J. H. Cardarelli, H. R. Chiu, M. C. And Saad, S. M. I., 2006, Potentially probiotic and synbiotic chocolate mousse, *LWT*, Vol.40; pp. 669– 675.
- Aydın, M. (2019). Doğal bitki ekstraktlarının yumuşak jöle tipi şekerlemede fizikokimyasal ve duyuşal özellikler üzerine etkileri. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya. DOI:10.1017/CBO9781107415324.004
- Barclay, T., Ginic-Markovic, M., Cooper, P. & Petrovsky, N. (2010). Inulin: A versatile polysaccharide with multiple pharmaceutical and food chemical uses, *Journal of Excipients and Food Chemicals*, 1, 27-50.
- Bayram, S. K., 2013, Kolajen hidrolizat içeren meyveli içecek üretimi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- BESFİN, 2018a, Yiyecek ve içecek sektörü raporu, [http://www.besfin.com/var/uploads/files/Yiyecek%20ve%20%C4%B0%C3%A7ecek%20Sekt%C3%B6r%20Raporu%20ve%202020%20Trendleri\(2\).pdf](http://www.besfin.com/var/uploads/files/Yiyecek%20ve%20%C4%B0%C3%A7ecek%20Sekt%C3%B6r%20Raporu%20ve%202020%20Trendleri(2).pdf) [Ziyaret Tarihi: 06 Temmuz 2022].
- Bhadra, B., Sakpal, A., Patil, S., Patil, S., Date, A., Prasad, V., & Dasgupta, S., 2021, A Guide to Collagen Sources, Applications and Current Advancements. *Systematic Bioscience and Engineering*, 67-87.
- Blinnikova, O.M., Babushkin, V.A., Akindinov V.V., Perfilova O.V. and Novikova I.M. ,2020, Production technology and mathematical method for modeling the formulation of fruit and jelly candies enriched with collagen, *Materials Science and Engineering*, 919 (2020) 052036 doi:10.1088/1757-899X/919/5/052036.
- Bodner, J.M.and Sieg, J., 2009, Fiber. In R. Tarté (Ed.), *Ingredients in meat products: properties, functionality and applications*, Springer Publishing, USA. ISBN 978-0-387-71326-7

- Borumand, M. and Sibilla, S., 2015, Effects of a nutritional supplement containing collagen peptides on skin elasticity, hydration and wrinkles, *Journal of Medical Nutrition and Nutraceuticals*, 4(1): 47-53.
- Burey, P., Bhandari, B.R., Rutgers, R.P.G., Halley, P.J., Torley, P.J., 2009, Confectionery Gels: A Review on formulation, Rheological and Structural Aspects, *International Journal of Food Properties*, 12, 176-210.
- Çoban, B., 2020, Şekerleme üretiminde doğal renklendirici olarak karamuk (*Berberis cratagina*) ekstresinin kullanımı üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Daniela, I., Camelia, V., Gabriela, I., Felicia, D., & Maria, G., 2013, Physico-chemical characteristics and antioxidant activity of goji fruits jam and jelly during storage. The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati, *Fascicle VI-Food Technology*, 37(2), 100-110.
- Davison-Kotler E, Marshall WS, García-Gareta E., 2019, Sources of collagen for biomaterials in skin wound healing, *Bioengineering*, 2019; 6(3): 56. Available from: doi: 10.3390/bioengineering6030056.
- De Avelar, M. H. M., de Castilho Queiroz, G. ve Efraim, P., 2020, Sustainable performance of cold-set gelation in the confectionery manufacturing and its effects on perception of sensory quality of jelly candies, *Cleaner Engineering and Technology*, 1, 100005.
- Delgado, P. ve Bañón, S., 2014, Determining the minimum drying time of gummy confections based on their mechanical properties, *CyTA - Journal of Food*, 13(3), 329–335. doi:10.1080/19476337.2014.974676.
- Delgado, P., Banon, S., 2018, Effects of replacing starch by inulin on the physicochemical, texture and sensory characteristics of gummy jellies. *CyTA - Journal of Food*, 16: 1–10.
- Demircan, A., 2019, Yüksek lif içerikli jelly üretimi için formülasyon optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Dirik, A., 2009, Nar ve nar suyunun lokum üretiminde kullanım olanakları, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, 19-20.
- Dorn, G.A., Savenkova, T.V., Sidorova, O.S. ve Golub, O.V., 2015, Confectionery goods for healthy diet, *Foods and Raw Materials*, 3(1): 70-76.
- Durrani, Y., Ayub, M., Muhammad, A., and Ali, A., 2010, Physicochemical response of apple pulp to chemical preservatives and antioxidant during storage, *International Journal of Food Safety*, 12, 20-28.
- Dzyuba N.A., Zemlyakova O.V. and Oleynik M.I., 2019, Collagen hydrolyzate as

- component of foodstuffs of health nutrition, *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal)* ,3(43).
- Efe, N., 2018, Characterization and formulation of gelatin based soft candies, *Middle East Technical University*, Ankara, 20.
- Erem, F., 2019, Probiyotik fırın ürünleri üretim yöntemleri, *Gıda* 44 (3): 430-44. doi: 10.15237/gida.GD19025
- Ergun, R., Lietha, R., & Hartel, R. W. ,2015, Moisture and Shelf Life in Sugar Confections, 8398(November). <https://doi.org/10.1080/10408390802248833>
- Farzanmehr, H. and Abbasi, S. 2009. Effects of inulin and bulking agents on some physicochemical, textural and sensory properties of milk chocolate. Department of *Food Science & Technology Faculty of Agriculture Tarbiat Modares University* PO Box. Tehran, Iran. 14115-336.
- Fennema, O. R., 1996, *Food chemistry* ,Vol. 76, CRC Press.
- Franck, A., 2002, Technological functionality of inulin and oligofructose, *British Journal of Nutrition*, 87(2), S287–S291. doi:10.1079/BJN/2002550.
- Garrido, J. I., Lozano, J. E., & Genovese, D. B., 2015, Effect of formulation variables on rheology, texture, colour, and acceptability of apple jelly: Modelling and optimization, *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 325-332.
- Ge, H., Wu, Y., Woshnak, L. L. ve Mitmesser, S. H., 2021, Effects of hydrocolloids, acids and nutrients on gelatin network in gummies, *Food Hydrocolloids*, 113, 106549.
- Gibson G. R, Beatly E. R., Wang X., and Cummings J. H. (1995). Selective stimulation of bifidobacteria in the human colon by oligofructose and inulin, *Gastroenterology*, 108, pp. 975-982.
- Gibson G. R., Roberfroid M. B. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota-introducing the concept of prebiotics, *The Journal of Nutrition*, 125, pp. 1401-1412.
- Global Confectionery Market Report (2019). Confectionery Market Size, Share & Industry Analysis, By Type (Chocolate, Sugar and Gums) and Distribution Channel (Hypermarket/Supermarket, Convenience Stores, Departmental Stores and Online Retails) and Regional Forecast. <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/confectionery-market-100542>. DOI: 10.1007%2F978-1-4613-1129-4\_11
- Golob, T., Micovic, E., Bertoncej, J. and Jamnik, M., 2004, Sensory acceptability of chocolate with inulin, p. 111-119.
- Gök, Ş., 2020, Jelly tipi kalori düzeyinin bitkisel çözümlü lif ve poliol kullanımı ile azaltılması, Yüksek Lisans Tezi, *Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Siirt.

- Grembecka, M., 2015, Sugar alcohols—their role in the modern world of sweeteners: a review, *European Food Research and Technology*, 241(1), 1–14. doi:10.1007/s00217-015-2437-7.
- Güneş, R., Palabıyık, İ., Kurultay, Ş., 2018, Şekerleme teknolojisinde fonksiyonel ürün üretimi, *Gıda*, 43 (6): 984-1001 doi: 10.15237/gida.GD18088
- Hashim, P. M., 2015, Collagen in food and beverage industries, *International Food Research Journal*, 22-31.
- Huebner, J., Wehling, R. L. ve Hutkins, R. W., 2007, Functional activity of commercial prebiotics. *International Dairy Journal*, 17(7), 770-775.
- Ilievskaa, N., Pavlova, V., Kirovska V., Ilievskaa, J., Pavlovska, M., 2020, Nutritional and health benefits of inulin as functional food and prebiotic, *Journal of Hygienic Engineering and Design*, Review paper UDC 613.292:547.455.65.
- Jayakumar, G.C., Usharani, N., Kawakami, K., Rao, J.R., and Nair, B.U., 2014, Studies on the physico-chemical characteristics of collagen–pectin composites, *Royal Society of Chemistry*, 4, 63840.
- Jeffery, M. S., 2001, Grained and ungrained confections. *Manufact. Conf.* 73(11):47–48.
- Karınca, M., 2011, Vitamin ve mineraller ile zenginleştirilmiş yumuşak şekerleme üretiminin optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Kaur, N. ve Gupta, A. K., 2002, Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition; *Journal of Biosciences*, 27 703–714.
- Khouryieh, H. A., Aramouni, F. M. ve Herald, T. J., 2005, Physical, chemical and sensory properties of sugar-free jelly, *Journal of Food Quality*, 28(2), 179–190.
- Kia, E. M., Langroodi, A. M., Ghasempour, Z., ve Ehsani, A., 2020, Red beet extract usage in gelatin/gellan based gummy candy formulation introducing *Salix aegyptiaca* distillate as a flavouring agent, *Journal of Food Science and Technology*, 57(9), 3355-3362.
- Kim, Y., Faqih, M.N., & Wang, S.S., 2001, Factors affecting gel formation of inulin. *Carbohydrate Polymers*, 46, 135-145.
- Komes, D., Belščak- Cvitanović, A., Horžić, D., Rusak, G., Likić, S., & Berendika, M., 2011, Phenolic composition and antioxidant properties of some traditionally used medicinal plants affected by the extraction time and hydrolysis. *Phytochemical analysis*, 22(2), 172-180.
- Koç, B.E., Türkyılmaz, M., Özkan, M., 2012, Siyah havuç suyu konsantresinin akide şekerlerinde renklendirici olarak kullanılması ve monomerik antosiyaninlerin

- depolama stabilitesinin belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 10(1): 30-39.
- Konar, N., 2019, Influence of Conching Temperature and Some Bulk Sweeteners on Physical and Rheological Properties of Prebiotic Milk Chocolate Including Containing Inulin, *European Food Research and Technology*, 23, 135-143.
- Konica Minolta, 2007, Precise color communication, Konica Minolta Photo Sensing Inc., Japonya.
- Kuivaniemi H and Tromp, 2019, G. Type III collagen (COL3A1): gene and protein structure, tissue distribution, and associated diseases. *Gene*. 2019; 707: 151-171. Available from: doi: 10.1016/j.gene.2019.05.003.
- Kurt, A., Bursa, K. ve Toker, O. S., 2021, Gummy candies production with natural sugar source: Effect of molasses types and gelatin ratios, *Food Science and Technology International*, 1082013221993566.
- Lees, R., & Jackson, E. B., 1973, Gums, jellies and pastilles. In *Sugar Confectionery and Chocolate Manufacture*, 226-268, Springer, Boston, MA.
- Lodish H, Berk A, Zipursky SL, Matsudaira P, Baltimore D, Darnell JN, 2000, *Molecular Cell Biology*, 4th edition, New York.
- Lubbers, S. ve Guichard, E., 2003, The effects of sugars and pectin on flavour release from a fruit pastille model system, *Food Chemistry*, 81, 269-273. doi: 10.1016/S0308-8146(02)00422-3.
- Lupu, MA, Gradisteanu Pircalabioru G, Chifiriuc MC, Albulescu R, Tanase C., 2020 , Beneficial effects of food supplements based on hydrolyzed collagen for skin care. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 20(1): 12- 17. Available from: doi: 10.3892/etm.2019.8342.
- Maden, H. S., & Özcan, Y., 2021, Türkiye'nin gıda ticareti ve açıklanmış karşılaştırmalı üstünlükler modeli: Jelatin pazarı örneği., *Dergipark*, 5(1), 45-66.
- Manjula, K. ve Suneetha, C., 2014, Formulation and development of functional confectionery by incorporating pumpkin juice, *International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences*, 4(1): 47-52.
- Martiş (Petruț), G., Muste, S., Mureșan, A., Vlaic, R., Pop, A., Ungur, R., Pușcas, A., Bordean, M.E., Mureșan, V., 2020, Gelled confectionery product supplemented with Guarana (*Paullinia cupana* Kunth) Powder, *Hop and Medicinal Plants*, 28(1-2), 202-210.
- Miranda, J. S., Costa, B. V., de Oliveira, I. V., de Lima, D. C. N., Martins, E. M. F., de Castro Leite Júnior, B. R. and Martins, M. L., 2020, Probiotic jelly candies enriched with native Atlantic Forest fruits and *Bacillus coagulans* GBI-30 6086, *LWT - Food Science and Technology*, 109275. doi:10.1016/j.lwt.2020.109275.
- Moura, S.C.S.R., Berling, C. L., Garcia, A. O., Queiroz, M. B., Alvim, I. D. and

- Hubinger, M. D., 2019, Release of anthocyanins from the hibiscus extract encapsulated by ionic gelation and application of microparticles in jelly candy, *Food Research International* 121 542–552.
- Mumcu A.Ş., Temiz A., 2014, Effects of prebiotics on growth and acidifying activity of probiotic bacteria, *Dergipark Akademik*, Gıda (2014) 39 (2): 71-77 GD14011-66375 doi: 10.5505/gida.66375
- Mutlu, C., Tontul, S.A., Erbaş, M., 2018, Production of a minimally processed jelly candy for children using honey instead of sugar, *LWT-Food Science and Technology*, 93, 499– 505. DOI:10.1016/j.lwt.2018.03.064
- Muzzafar, A., Sharma, V., 2018, Microencapsulation of probiotics for incorporation in cream biscuits. *J Food Meas Charact* 12: 2193-2201, doi: 10.1007/s11694-018-9835-z.
- Önder, H., Aydar, A.Y., (2022), Şekerleme üretiminde kullanılan hammaddeler ve fonksiyonel yumuşak şekerleme üretimi, *Aydın Gastronomy*, 6(1), 65-78.
- Özhan, B. ,2012, Farklı düzeylerde prebiyotik bileşen içeren çikolataların bazı yapısal özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Öztürk, B., Serdaroğlu, M., 2016, A rising star prebiotic dietary fiber: İnülin and recent applications in meat products, *Journal of Food and Health Science*, 3(1): 12-20 (2017) doi:10.3153/JFHS17002
- Pattarathitawat, P., 2020, Physical Chemical and Sensory Properties of Low Sugar Gummy, *Science and Technology*, Thailand, 287-291.
- Periche, A., Heredia, A., Escriche, I., Andres, A., Castello, M.L., 2014, Optical, mechanical and sensory properties of based-isomaltulose gummy confections, *Food Bioscience*, 7, 37-44.
- Pocan, P., Ilhan, E. and Oztop, M. H., 2019, Effect of D-Psicose Substitution on Gelatin Based Soft Candies: A TD-NMR Study, *Magnetic Resonance in Chemistry*. doi:10.1002/mrc.4847.
- Prakash, N. ve Priya, S., 2016, Development of novelfunctional confectionery using low reduced sugar, *Indian Journal of Drugs*, 4(4),141-148.
- Ramos, K.K., 2017, Application of Atlantic Forest Native Fruits By-Products in Confectionery Products, PhD Thesis in *Faculty of Food Engineering of the University of Campinas*, Brazil.
- Renuka, B., Kulkarni, S.G., Vijayanand, P. ve Prapulla, S.G., 2009, Fructooligosaccharide fortification of selected fruit juice beverages: Effect on the quality characteristics, *LWT Food Science and Technology*, 42(5): 1031-1033.
- Ricard-Blum S, 2011, The collagen family. Cold Spring Harbor perspectives in biology,

3(1): a004978. Available from: doi: 10.1101/cshperspect.a004978.

- Riedel, R., Birgit, B., Harald, R. , 2015, Development of formulations for reduced-sugar and sugar-free agar based fruit jellies. *Journal of Food Science and Technology*, 50(6): 1338–1344.
- Ritsema, T., Smeekens S., 2003, Fructans: Beneficial for plants and humans, *Current Opinion in Plant Biology*, 6(3), 223–230.
- Rivero, R., Archaina, D., Sosa, N., Leiva, G., Coronela, B. B. ve Scheborb, C., 2019, Development of healthy gummy jellies containing honey and propolis, *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2020; 100: 1030–1037.
- Rodríguez-Zevallos, A., Hayayumi-Valdivia, M. ve Siche, R., 2018, Optimización de polifenoles y aceptabilidad de caramelos de goma con extracto de jengibre (*Zingiber officinale* R.) y miel con diseño demezclas, *Brazilian Journal of Food Technology* 21:e2017132.
- Rolim, P. M. (2015). Development of prebiotic food products and health benefits, *Food Science and Technology (Campinas)*, 35(1), 3-10.
- Sadasivuni KK, Saha P, Adhikari J, Deshmukh K, Ahamed MB, Cabibihan JJ., 2020, Recent advances in mechanical properties of biopolymer composites: A review. *Polymer Composites*, 41(1): 32-59. Available from: doi: 10.1002/pc.25356
- Santos, H. V., Maia, C. J. S., Lima, E. D. J. F., Dias, A. C. C., de Souza Monteiro, R., Gandra, K. M. B., ve Pereira, P. A. P., 2020, Physical, physicochemical, microbiological, and bioactive compounds stability of low-calorie orange jellies during storage: packaging effect, *Research, Society and Development*, 9(9), e759997900-e759997900.
- Seremet, D., Mandura, A., Cebin, A., Martini'c, A., Gali'c, K. and Komes, D., 2020 , Challenges in confectionery industry: Development and storage stability of innovative white tea-based candies, *Journal of Food Science*, 2060-2068.
- Shimomura, Y., Maeda, K., Nagasaki, M., Matsuo, Y. ,Murakami, T., Bajotto, G., Sato, J., Seino, T., Kamiwaki, T. and Suzuki, M., 2005, Attenuated response of the serum triglyceride concentration to ingestion of a chocolate containing polydextrose and lactitol in place of sugar, *Bioscience Biotech. Biochemtry*, Vol. 69 (10); pp. 1819-1823.
- Shoaib, M., Shehzad, A., Omar, M., Rakha, A., Raza, H., Sharif, H.R., Shakeel, A., Ansari, A. & Niazi, S. , 2016, Inulin: properties, health benefits and food applications. *Carbohydrate Polymers*, 147, 444–454.
- Silvipriya KS, Kumar KK, Bhat AR, Kumar BD, John A, Lakshmanan P., 2015, Collagen: Animal sources and biomedical application, *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 5(3): 123-127. Available from: doi: 10.7324/JAPS.2015.50322.

- Takemori, T., Yasuda, H., Mitsui, M., ve Shimizu, H., 2007, Collagen-containing food and drink, *United States Patent Application Publication*, Tokyo.
- Tanaka, M., Koyama, Y., Nomura, Y., 2009, Effects of collagen peptide ingestion on UV-B-Induced. *Biosciences Biotechnology Biochemistry*, Japan, 73 (4): 930-2.
- Tazeoğlu, F., Arıcı, M., 2020, Kolajen peptit ilaveli yumuşak şeker uygulamaları, Türkiye 13. Gıda Kongresi, Çanakkale.
- Tireki, S., 2017, şekerleme ürünlerinin raf ömrü tahmininde duyuşal ve enstrümental metotların ilişkilendirilmesi, Doktora Tezi, *Ortadoğu Teknik Üniversitesi*, Ankara.
- Top, C., 2020, Patates ve mısır nişastalarının farklı oranlarda karışımlarının jelly üretimi üzerindeki tekstür ve duyuşal özelliklerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ.
- Ünal, M., 2021, Yumuşak jöle tipi şekerleme üretiminde farklı prebiyotik kaynakların kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Wang, Y., 2009, Prebiotics: Present and future in food science and technology, *Food Research International*, 42(1): 8-12.
- Wang W, Chen M, Wu J, Wang S., 2015, Hypothermia protection effect of antifreeze peptides from pigskin collagen on freeze-dried *Streptococcus thermophiles* and its possible action mechanism, *LWT-Food Science and Technology*, 63(2): 878-885. Available from: doi: 10.1016/j.lwt.2015.04.007.
- Yang, H., Shu, Z., 2014, The extraction of collagen protein from pigskin. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6(2): 683-687.
- Zhang, L., Huang, S., Ananingsih, V.K., Zhou, W., Chen, X.D., 2014, A study on *Bifidobacterium lactis* Bb12 viability in bread during baking. *International Journal of Food Engineering Research* 122: 33-37, doi: 10.1016/j.jfoodeng. 2013.08.029.

**EKLER****EK-1 Yumuşak jöle tipi şekerlemede duyuşal analiz puanlama formu**

DUYUSAL ANALİZ					
Örnek	Renk	Görünüş	Tat/Lezzet	Dişle yapışkanlık	Yumuşaklık/Sertlik
Kontrol					
197					
305					
206					
421					
592					
Renk	0: Kötü 9: İyi				
Görünüş	0: Kötü 9: İyi				
Tat/Lezzet	0: Hoşla gitmeyen tat 9: Hoşla giden tat				
Dişle Yapışkanlık	0: Hoşla gitmeyen yapışkanlık 9: Hoşla giden yapışkanlık				
Yumuşaklık / Sertlik	0: Hoşla gitmeyen yumuşaklık 9: Hoşla giden yumuşaklık				