



**BİTKİSEL PROTEİN İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ, VEGAN YUMUŞAK ŞEKER  
ÜRÜNLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

**DİLARA DAŞTAN**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi  
Danışman: Doç. Dr. Serap DURAKLI VELİOĞLU  
2024**

T.C.  
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



BİTKİSEL PROTEİN İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ,  
VEGAN YUMUŞAK ŞEKER ÜRÜNLERİNİN  
GELİŞTİRİLMESİ

DİLARA DAŞTAN

ORCID: 0009-0000-5347-6297

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Danışman: Doç. Dr. Serap DURAKLI VELİOĞLU

AĞUSTOS -2024

Her hakkı saklıdır.

## ÖZET

# BİTKİSEL PROTEİN İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ, VEGAN YUMUŞAK ŞEKER ÜRÜNLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Dilara DAŞTAN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Serap DURAKLI VELİOĞLU

Proteinler özellikle büyüme, gelişme ve hücre onarımı bakımından ihtiyaç duyulan önemli besin gruplarıdır. Dünyadaki nüfusun artmasıyla birlikte özellikle hayvansal protein kaynaklarının yetersiz kaldığı bilinmektedir. Tüm bunlara alternatif olarak protein ihtiyacını karşılayan bitkisel proteinler, doymuş yağ içermemeleri, kolay bulunabilir olmaları ve besleyici özellikleri sayesinde hayvansal proteinlere alternatif olarak görülmektedir. Bu çalışmada, bitkisel protein kaynağı olarak bezelye, balkabağı, fasulye, bakla ve pirinç proteinleri kullanılarak vegan yumuşak şeker üretimi yapılmıştır. Farklı protein içeriği oranlarına sahip bitkisel proteinler son üründe %3, %6, %9 ve %12 protein içeriği olacak şekilde formülasyonlarda kullanılmıştır. Hedeflenen protein içerikleri elde edilen örneklerde su aktivitesi, pişme briksi, tekstür, renk ölçüm, erime, hızlandırılmış raf ömrü ve duyuşal değerlendirme analizleri yapılmıştır. Tekstürel olarak %3 protein içerikli ürünlerin sertlik değeri 597g-1013g değerleri arasında iken %12 protein içerikli ürünlerin 1113g ve 2955g değerleri arasında çıktığı ancak jelleşme kabiliyetinin düştüğü gözlemlenmiştir. %3 protein içerikli ürünlerde su aktivitesi değeri %0,6818 ile %0,7029 iken, protein oranı %12 olduğunda su aktivitesi değerinin %0,7481 ile %0,7471 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Renk değerleri incelendiğinde %3 ve %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinde 60,155 ile 75,530 L değerleri en yüksek fasulye proteinli ürün çeşidinde ölçülmüştür. Renk ölçüm analizinde proteinli yumuşak şeker ürünlerinin  $\Delta E$  değerleri, protein oranı artışına bağlı olarak arttığı görülmüştür. Son olarak yapılan duyuşal değerlendirme ve hızlandırılmış raf ömrü sonuçlarına göre %3 protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinin tercih edilme oranının yüksek ve raf ömrü süresince stabil olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Bitkisel Protein, Yumuşak Şeker, Bezelye Proteini, Balkabağı Proteini, Pirinç Proteini, Fasulye Proteini

## ABSTRACT

### DEVELOPMENT OF VEGAN SOFT CANDY PRODUCTS ENRICHED WITH PLANT BASED PROTEIN

Dilara DAŞTAN

Department of Food Engineer

MSc. Thesis

Supervisor: Assoc.Prof. Serap Duraklı Veliöglü

Proteins are important nutrient groups that are needed especially for growth, development and cell repair. It is known that especially animal protein sources are insufficient with the increasing population in the world. As an alternative to all these, plant proteins that meet the protein need are seen as an alternative to animal proteins due to their lack of saturated fat, easy availability and nutritional properties. In this study, vegan soft candy was produced using pea, pumpkin, bean, broad bean and rice proteins as plant protein sources. Plant proteins with different protein content ratios were used in formulations to have 3%, 6%, 9% and 12% protein content in the final product. Water activity, cooking brix, texture, color measurement, melting, accelerated shelf life and sensory evaluation analyses were performed in the samples from which the targeted protein contents were obtained. It was observed that the hardness value of products with 3% protein content was between 597g-1013g values in terms of textural values, while products with 12% protein content were between 1113g and 2955g values, but their gelation ability decreased. In products with 3% protein content, the water activity value was found to be between 0.6818% and 0.7029%, while when the protein content was 12%, the water activity value was found to be between 0.7481% and 0.7471%. When the color values were examined, the highest values of 60.155 and 75.530 L were measured in the bean protein product type in soft candy products with 3% and 12% protein content. In the color measurement analysis, it was observed that the  $\Delta E$  values of protein soft candy products increased depending on the increase in protein content. Finally, according to the sensory evaluation and accelerated shelf life results, it was seen that the preference rate of soft candy products with 3% protein content was high and stable during shelf life.

**Keyword:** Plant Based Protein, Soft Candy, Pea Protein, Pumpkin Protein, Rice Protein, Bean Protein.

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>v</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>vii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Literatür Özeti .....	1
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı .....	2
<b>2. YUMUŞAK ŞEKER ÜRETİMİ</b> .....	<b>5</b>
2.1. Bitkisel Proteinler .....	5
2.2. Pektin .....	9
2.3. Asitlik Düzenleyiciler.....	13
2.3.1. Sitrik Asit .....	13
2.3.2. Tartarik Asit .....	13
2.3.3. Malik Asit .....	13
2.3.4. Laktik Asit.....	13
<b>3. MATERYAL VE METOD</b> .....	<b>14</b>
3.1. Materyal .....	14
3.2. Metod.....	15
3.2.1. Yumuşak Şeker Örneklerinin Hazırlanması .....	15
3.2.2. Su Aktivitesi, Briks Tayini.....	19
3.2.3. Yumuşak Şeker Örneklerini Renk Ölçüm Tayini .....	19
3.2.4. Yumuşak Şeker Örneklerinin Tekstürel Özellikleri.....	20
3.2.5. Yumuşak Şeker Örneklerinin Erime Analizleri .....	20
3.2.6. Yumuşak Şeker Ürünlerinde pH Analizi .....	21
3.2.7. Duyusal Analiz.....	21
3.2.8. Protein Analizi .....	21
3.2.9. Hızlandırılmış Raf Ömrü Analizleri.....	23
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA</b> .....	<b>24</b>
4.1. Briks Tayini .....	24
4.2. Su Aktivitesi Tayini.....	25
4.3. Yumuşak Şeker Ürünlerinde Renk Ölçüm Analizleri.....	27

4.4. Yumuşak Şeker Ürünlerinin Tekstürel Analizleri .....	31
4.5. Yumuşak Şeker Ürünlerinde Erime Analizleri .....	37
4.6. Yumuşak Şeker Ürünlerinde pH Ölçüm Analizleri.....	37
4.7. Duyusal Değerlendirme Sonuçları.....	38
4.8. Protein Analizi.....	41
4.9. Hızlandırılmış Raf Ömrü Sonuçları.....	42
4.9.1. Su Aktivitesi Analizi .....	42
4.9.2. Duyusal Değerlendirme Sonuçları .....	43
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>46</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>49</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Bitkisel proteinlere ait özellikler .....	15
Çizelge 3.2. Bitkisel protein çeşitleri ve içerdiği bitkisel protein oranları .....	18
Çizelge 3.3. Azot molekülünün dönüştürülme faktörü (Yetim, 2001).....	22
Çizelge 4.1. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren yumuşak şeker ürünlerinin pişme briks değerleri.....	24
Çizelge 4.2. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren yumuşak şeker ürünlerinin su aktivitesi değerleri.....	25
Çizelge 4.3. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren ürünlerin L değerleri .....	27
Çizelge 4.4. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren ürünlerin a+ değerleri .....	28
Çizelge 4.5. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren ürünlerin b+ değerleri .....	29
Çizelge 4.6. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren ürünlerin ΔE değerleri .....	29
Çizelge 4.7. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren ürünlerin ΔE değerleri (Devamı) .....	30
Çizelge 4.8. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren yumuşak şeker ürünlerin sertlik değerleri .....	31
Çizelge 4.9. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren yumuşak şeker ürünlerinin elastikiyet değerleri.....	32
Çizelge 4.10. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren yumuşak şeker ürünlerinin yapışkanlık değerleri.....	33
Çizelge 4.11. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren yumuşak şeker ürünlerinin sakızimsılık değerleri.....	34
Çizelge 4.12. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren yumuşak şeker ürünlerinin çiğnenebilirlik değerleri.....	35
Çizelge 4.13. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren yumuşak şeker ürünlerinin esneklik değerleri.....	36
Çizelge 4.14. Farklı çeşitler ve oranlarda protein içeren yumuşak şeker ürünlerinin pH analiz sonuçları .....	37
Çizelge 4.15. Bitkisel protein içerikli yumuşak şeker ürünlerine ait protein analizi sonuçları	41
Çizelge 4.16. Hızlandırılmış raf ömrü sonu yumuşak şeker ürünlerinin su aktivitesi değeri...	42

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Pektinin kimyasal yapısı.....	10
Şekil 2.2. Jel oluşumu için Optimum Koşullar (Çopur, 1988).....	11
Şekil 2.3. Pektinlerin Gıdalarda Kullanım Oranları (Graham, 1977).....	12
Şekil 3.1. Bitkisel proteinler toz formları.....	15
Şekil 3.2 Protein içeriği yüksek yumuşak şeker ürün prosesi.....	17
Şekil 3.3. Laboratuvarında hazırlanan yumuşak şeker ürün görselleri.....	18
Şekil 3.4. Su Aktivitesi ölçümlerinde kullanılan Aqua Lab 4TE cihazı.....	19
Şekil 3.5. Briks ölçümlerinde kullanılan Atago refraktometre.....	19
Şekil 3.6. Tekstür analiz ölçümlerinde kullanılan Stable Micro Systems Tekstür Cihazı.....	20
Şekil 3.7. pH ölçümlerinde kullanılan Mettler Toledo pH Meter.....	21
Şekil 4.1. Farklı oranlar protein içeren ürünler.....	30
Şekil 4.2. %3 protein içerikli yumuşak şeker ürünleri duyuşal değerlendirme.....	39
Şekil 4.3. %6 protein içerikli yumuşak şeker ürünleri duyuşal değerlendirme.....	39
Şekil 4.4. %9 protein içerikli yumuşak şeker ürünleri duyuşal değerlendirme.....	40
Şekil 4.5. %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünleri duyuşal değerlendirme.....	40
Şekil 4.6. Hızlandırılmış raf ömrü sonu %3 protein içerikli ürünlerde duyuşal değerlendirme.....	43
Şekil 4.7. Hızlandırılmış raf ömrü sonu %6 protein içerikli ürünlerde duyuşal değerlendirme.....	43
Şekil 4.8. Hızlandırılmış raf ömrü sonu %9 protein içerikli ürünlerde duyuşal değerlendirme.....	44
Şekil 4.9. Hızlandırılmış raf ömrü sonu %12 protein içerikli ürünlerde duyuşal değerlendirme.....	44
Şekil 4.10. Hızlandırılmış raf ömrü sonu ürün görselleri.....	45

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında her zaman bana destek olan, sabırla tüm sorularımı yanıtlayan ve detaylıca açıklayan danışman tez hocam sayın Doç. Dr. Serap Duraklı Veliöğlü'na, tez çalışmam için hammadde kaynaklarımı temin ettiğim, ürün numunelerimi hazırladığım ve değer vererek çalıştığım Kervan Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ye ve her daim bana destek olan sevgili eğim Volkan Dağtan'a ve değerli aileme çok teğerkkür ederim.

Dilara DAĞTAN

Gıda Mühendisi



## 1. GİRİŞ

Dünyada şekerleme ürünleri pazar büyüklüğünün 2023 yılı sonunda 56,2 milyar dolara ulaştığı tahmin edilmektedir. 2023-2030 yılları arasındaki dönemde ise yıllık %4,5 orandaki büyüme oranıyla 2030 yılı sonunda 79,9 milyar dolara ulaşması öngörülmektedir (Sugar Confectionery Market, 2024). Pazarın büyümesine katkıda bulunan temel faktörler, çocuk ve genç nüfusunun artması, ürünlerin çekiciliği, şekerlemelere olan talebin artması ve fonksiyonel atıştırmalık seçeneklerinin artış gösteren popülaritesidir. National Confectioners Associations 2024 araştırmalarında, Amerika Birleşik Devletleri'nde yaşayan insanların haftada 2-3 kez şekerleme ürünlerini tüketmeyi tercih ettiğini ve bu durumun şekerleme pazarının büyümesine katkı sağladığı bilinmektedir.

Şekerleme ürünleri, başta çocuklar olmak üzere her yaştan tüketici grubuna hitap eden ve büyük talep gören atıştırmalık grubunu temsil etmektedir (Dorn, Savenkova, Sidorova ve Golub, 2015). Özellikle yumuşak şeker ürünleri %28 ile en yüksek tercih edilme oranına sahip kategori olarak değerlendirilmektedir (Innova Market Insights, 2023).

### 1.1. Literatür Özeti

Son yıllarda dünyadaki nüfusun artışı ve pandeminin de etkisiyle tüketilebilir protein kaynaklarına erişimde ciddi zorluklar yaşandığı görülmektedir. Son dönemlerde hayvansal protein kaynaklarının fiyatının artmasıyla birlikte, tüketicilerin bu kaynaklara erişimi de kısıtlanmaktadır (Aiking, 2011). Her yaşta gelişme, büyüme ve özellikle hücre onarımında görev alan proteinlerde kişi başına düşen tüketim oranı azalmakta ve alternatif protein kaynağı arayışlarına olan talep artmaktadır. Alternatif protein arayışları ile birlikte farklı beslenme tarzları oluşmuştur. Vegan, vegetarian beslenme şekillerini benimseyen tüketiciler, bu beslenmeyi sağlıklı bulduklarını insanı bazı normlara dayandırarak sebeplerini belirtmektedir. Özellikle hayvan ve hayvansal kaynaklı ürünlerin üretimi sırasında çevreye verdiği zararı, hayvan hakları ve etik değerler ile din ve ideolojik kavramlara dayandırarak hayvansal beslenme şeklini kabul etmediklerini belirtmektedir (Hamarat, 2023).

Veganlık tüm hayvansal kaynaklı ürünler dahil, hiçbir hayvansal ürünün tüketilmediği veya kullanılmadığı (deri, yün, ipek dahil) bir beslenme tarzı ve tercih edilen bir yaşam

tarzıdır (Tunçay, 2018). Bireylerin sağlıklarına olumlu etki yapabileceği dűşüncesi, kűltür, dini inançlar, etik ve biyoetik nedenler ile hayvanlara karşı duyarlı olmak gibi sebepler vegan yaşam tarzının tercih edilmesini etkileyen faktörler arasındadır.

Geçmişten beri alışılagelmiş olan proteinlerin tüketimi hayvansal kaynaklıdır. Ancak hayvansal proteinlerin fazla tüketilmesinin; kolesterol, kalp ve damar hastalıklarının oluşumu gibi olumsuzluklara neden olduğu da bilinmektedir. Özellikle günümüzde pandeminin de etkisiyle sağlığına dikkat eden ve beslenme alışkanlıklarına dikkat eden tüketici, alternatif protein kaynağı arayışındadır. Vegan ve vejetaryen tüketici gruplarının da artmasıyla birlikte bitkisel kaynaklı proteinlere karşı yönelim başlamıştır (Asgar, Fazilah, Huda, Bhat and Karim, 2010).

Proteinler zengin besin içeriği ile vücudun savunma mekanizmasında, kan basıncının düzenlenmesinde, sindirim hastalıklarının önlenmesinde ve kardiyovasküler hastalık risklerinin azaltılmasında rol oynayan önemli bir makro besindir. Günümüzde alternatif protein kaynakları, beslenme alışkanlıklarının değişmesiyle araştırma konusu haline gelmiştir. Gıda sektöründe, bitkisel proteinlerin alternatif olarak tercih edilmesi veya gıdaların içeriğinin zenginleştirilmesi ile ilgili literatürde birçok araştırma mevcuttur. Bu çalışmalar, bitkisel protein kaynağının kullanılması ile birlikte gıdaların protein, diyet lifi ve mineraller bakımından içeriğinin zenginleştiğini göstermiştir. Farklı besin içeriğine sahip bitkisel kaynaklı hammaddelerin saptanması, besin içeriklerinin ortaya konulması ve gıda sektöründeki uygulamalarının ve kullanımlarının artırılması oldukça önemlidir (Seyhan, Nakilcioğlu ve Ötleş, 2024).

## **1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı**

Pandemi ile birlikte bilinçlenen tüketiciler, tükettikleri yiyeceklerdeki içeriklere oldukça dikkat etmektedir. Vegan ve/veya vejetaryen gıdalara yönelik eğilim artışının olduğu son yıllarda bu tez çalışması ile bitkisel proteinlerle çalışma yapılarak vegan içerikte yumuşak şeker ürün elde edilmesi amaçlanmaktadır.

Bilindiği üzere yumuşak şeker ürünlerinde jelleştirme ajanı olarak jelatin hammaddesi kullanılmaktadır. Ancak bu hammaddede tartışılan helallik konusu nedeniyle birçok çalışma yapılmıştır. Bitkisel içerikli olarak karragenan, pektin, nişasta hammaddeleri kullanılarak istenen yapının ve çiğnenebilirliğin sağlanması için çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada ise

jelatin hammaddesiyle besin değerinde bulunan protein miktarının korunması, besleyici özelliğini koruması ve istenen ığnenebilirliğin sağlanması amaçlanacaktır.

Literatürdeki alışmalar incelendiğinde; karragenan, pektin, nişasta ve soya proteini hammaddesi ile ilgili çalışmaların yoğunlukta olduğu görülmüştür. Song vd. (2021) alışmasında, kappa karragenan hammaddesi ile geliştirilen vegan özellikteki yumuşak şeker ürünlerinde tekstürel özellikleri ve raf ömrü stabiliteleri incelenmiştir. Bartkiene vd. (2015) yapmış olduğu çalışmada ise yüksek kalitede protein kaynağı olarak acıbakla proteini şekersiz yumuşak şeker ürünü geliştirme çalışmaları yapılmıştır.

Hoogenkamp vd. (2017) alışmasında pirinç proteinlerinin çoğunlukla sporcu beslenmesinde, hipoalejenik formülasyonlarda ve atıştırmalık ürünlerinde kullanıldığı görülmüştür. Antioksidatif etki, kolesterolü dengelemesi, hipertansiyonu düşürmeye yarayan etkilerinin olduğu bilinmektedir.

Bezelye proteinleri gıda endüstrisinde etken madde kullanımı bakımından oldukça popüler olduğu bilinmektedir. pH değerinin 7 değerine yakın olması sayesinde oldukça iyi bir emülsifiye edici ajan olarak gıdalarda kullanımı bulunmaktadır. Viskoziyesi oldukça yüksek olan bu hammadde şekerleme sektöründe de köpük oluşturma prosesinde sıkça tercih edilmektedir (Lu vd., 2019).

Atuonwu vd. (2010) yaptığı çalışmada ise balkabağı proteininin pH değeri 2 iken daha iyi tekstür özellikleri gösterdiği belirtilmiştir. Gelatinizasyonu yüksek bir hammadde olan balkabağı proteini, fonksiyonel ürünlerde özelliklerde son zamanlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Ayrıca gıda endüstrisinde büyük bir potansiyeli olduğuna yer verilmiştir.

Arogundade vd. (2016) yaptığı çalışmada bakla proteininde ise pH değeri 4 iken oldukça stabil bir tekstür sergilediği belirtilmiştir. Tekstür özelliklerinin duyusal olarak en iyi olduğu bakla proteini oranının %15-%15,5 ve denetürasyon başlama sıcaklığının (95.4 °C - 93.5°C) birçok proteine göre oldukça yüksek olduğu ifade edilmektedir.

Piyasadaki yumuşak şeker ürün portföyleri incelendiğinde; bitkisel proteinlerin yaygın olarak kullanılmadığı, sadece bir markaya ait ürünlerde %20 bezelye proteini içeren yumuşak şeker ürünü olduğu görülmüştür. Ürünler aynı zamanda vegan protein yumuşak şeker olarak satışa sunulmaktadır. Ancak yumuşak şeker ürünlerinde kullanılan bitkisel protein kaynağının, ürün üzerindeki etkilerini gösteren literatür çalışması bulunmamaktadır.

Vegan ve bitkisel protein kaynaklarının yüksek talep gördüğü günümüzde, yumuşak şeker ürünleri için alternatif protein kaynakları çalışması yapılmadığı görülmüştür. Bu çalışma ile alternatif protein kaynaklarının yumuşak şeker ürünleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi hedeflenmektedir.



## 2. YUMUŞAK ŞEKER ÜRETİMİ

Ülkemizde ve yurtdışında birçok firma yumuşak şeker ürün üretimini gerçekleştirmektedir. Özellikle çocuklar için eğlenceli bir atıştırılabilirlik olarak tercih edilen yumuşak şeker ürünleri düşük besin değerine sahip olması ve içeriğinde bulunan jelatinin helal olup olmadığı endişesi sebebiyle son yıllarda popülaritesini kaybetmektedir. Jelatin hammaddesinden kaynaklı yaşanan kaygılar ve buna bağlı olarak gelişen tüketici talepleri doğrultusunda alternatif protein kaynaklarına yönelme başlamıştır (Asgar vd., 2010).

Yumuşak şeker ürün üretimi için gerekli olan ana hammaddeler şeker, glukoz şurubu, su ve jelleştirme ajanıdır (Önder, 2021). Burada ürünün istenen tekstürü almasında esas rol oynayan hammadde standart ürün üretiminde kullanılmakta olan jelatin hammaddesidir. Şeker, glikoz şurubu ve su bileşenleri ayrı bir şekilde karıştırılarak şeker şurubu elde edilir. Ardından jelleştirme ajanı şeker şurubuna ilave edilerek pişirilir. Kapalı sistem içerisinde pişirilen ürüne ardından vakum uygulanmaktadır. Vakum, proseste kurumaddenin istenen seviyeye ayarlanabilmesi için önemli bir rol oynamaktadır. Elde edilen pişmiş hamura istenen renk, aroma ve asit ilave edilerek nihai ürün elde edilmiş olmaktadır.

Bu çalışmada, yukarıda bahsedilen hammaddeler tarafında değişiklikler yapılmıştır.

Jelleştirici ajan olarak kullanılan hayvansal kaynaklı jelatin hammaddesi yerine, bitkisel kaynaklı citrus bileşenlerden oluşan pektin hammaddesi kullanılmıştır.

Standart ürün üretiminde son üründen elde edilen protein oranı %3-5 arasındayken, bu çalışmada %9-12 seviyelerine çıkarılmıştır.

Ürün üretimi sırasında proses için herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. Ürün pişirme sıcaklıkları, standart ürün üretiminden farklı olacak şekilde ilerlemiştir.

### 2.1. Bitkisel Proteinler

Bitkisel proteinler, bitkisel kaynaklardan elde edilen ve insanlar için önemli olan amino asitleri içeren proteinlerdir. Bu tür proteinler, et, süt ve diğer hayvansal kaynaklardan elde edilen proteinlerin yerini alabilir veya bitki bazlı beslenmeye önem veren tüketiciler için bitkisel proteinler oldukça değerlidir.

Bitkisel protein kaynakları diğer adıyla depo proteinleri olarak da bilinmektedirler.

Depo proteinleri bitkisel işlevlerine ve metabolizma yapısına etki eder. Ayrıca bitkisel protein kaynaklarının fonksiyonel özelliklerini ve besleyici unsurlarını da belirlemektedir (Saldamlı ve Temiz, 2017). Protein içeriği %90 ve üzeri olması protein konsantrasi içeriğinin %48-%70 aralığında olması durumunda bitkisel proteinler gıda uygulamalarında değerlendirilebilmektedir.

Ticari olarak üretilen bitkisel proteinler genellikle yağlı tohumlar, bakliyatlar ve tahıllar olarak bilinmektedir (Asgar vd., 2010). Bununla birlikte yapılan araştırmalarda özellikle yeşil yapraklı sebzelerin de yüksek oranda protein içermesinden dolayı protein kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ancak henüz bu kaynaklar ticari olarak üretilip kullanılmaya uygun olmadığından çalışmaların devam ettiği bilinmektedir (Shen, Wang, Wang, Wu and Chen, 2008).

Bitkisel proteinlerin tüm anlatılanlar nezdinde avantajlı olmasına rağmen gıda formülasyonlarında yaygın olarak kullanımı görülmemektedir. Bunun başlıca sebeplerinden biri olarak bitkisel protein kaynaklarının tanenler, tripsin inhibitörleri, oligosakkaritler gibi besleyici olmayan bileşenler içermesi ve sindirilebilirliğin yeterince iyi olmaması geliştirilmesi gereken özelliklerdendir (Moure vd., 2006; Day, 2013).

Başlıca bitkisel proteinlerin temel kaynaklarını aşağıdaki gibi detaylıca anlatılmıştır (Çetiner ve Bilek, 2018).

**Yağlı Tohumlar:** Yağlı tohumlar, bitkilerin çekirdeklerinden yağ çıkartılabilen besin maddeleridir. Bu tohumlar, içerdikleri sağlıklı yağlar, proteinler, lifler, vitaminler ve mineraller nedeniyle beslenmede önemli bir rol oynarlar. Ayrıca, bu tohumlar omega-3 ve omega-6 gibi esansiyel yağ asitleri içerirler, bu da vücut için önemli olan yağ asitlerinin alımını destekler.

Ayçiçek tohumu, kabak çekirdeği, susam, çiya tohumu, keten tohumu ve ayva çekirdeği yüksek oranda protein içeren yağlı tohum olarak bilinmektedir (Çetiner ve Bilek, 2019).

Protein kaynaklarının kullanımı sırasında oluşabilecek tripsin inhibitörleri, tanenler, oligosakkaritler ve fitik asit gibi besleyici olmayan maddeler içerebilmektedir.

Bitkisel proteinler içerisinde ticari olarak en çok tercih edilen protein soya proteinleridir. Soya fasulyesi tohumunun %40 oranında protein içeriğine sahip olması, ekonomik ve temin edilebilir olması proteinin yaygın kullanımının olmasını sağlamıştır. Soya fasulyesine uygulanan yağ ekstraksiyonundan arta kalan küspesi hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Soya proteinin bazı istenmeyen bazı özellikleri de bulunmaktadır. Soya ve benzeri protein

çeşitlerinde başta gluten ile birlikte 15 ana alerjen protein içermesi bu proteinin tercih edilmesi sırasında yaşanan sorunlardan başlıcalarıdır. Ayrıca soya proteinlerin içeriğinde yer alan fitat maddesinden dolayı demir absorpsiyonunu engellemektedir. Bu nedenle de soya ve benzeri proteinlerin kullanımı kısıtlanmış, alternatif kaynak arayışları başlamıştır (Hurrell, Juillerat, Reddy, Lynch, Dassenko and Cook, 1992).

Kolza/kanola tohumu, soya tohumundan sonra dünyada en çok tercih edilen ikinci yağlı tohum olarak bilinmektedir. İki tohum da yaklaşık olarak %45—%50 oranında yağ içermektedir ve endüstride de fazlasıyla tercih edilmektedir. Yağ ekstraksiyonu prosesinden sonra arta kalan küspesi %30-40 protein içermektedir ve hayvan yemi endüstrisinde kullanımı tercih edilmektedir. Kolza/kanola tohumunda bilindiği üzere yüksek miktarda besleyici özelliği olmayan tanenler ve fitik asitler gibi fenolik bileşikler içermektedir. Bu bileşenler tohumların sindirilebilirliğini ve fonksiyonel faydalarını olumsuz etkilediğinden gıda formülasyonlarında kullanımını azaltmaktadır. Protein kaynağı olarak alternatif olan keten tohumu, ayçiçek ve hindistan cevizi gibi tohumlarında protein değerleri uygun olsa da fonksiyonel özellikleri düşük olduğundan gıda formülasyonlarında çok fazla tercih edilmemektedir (Çetiner ve Bilek, 2019).

**Baklagiller:** %20-30 protein oranıyla bilinen bakliyatlar (bezelye, fasulye, nohut, mercimek, bakla vb.) zengin protein içeriğine sahiptirler. Bakliyat proteinleri yüksek miktarda lizin, aspartik asit, lösin, glutamik asit ve arjinin içermesinden kaynaklı besleyici özellik bakımından dengeli bir amino asit profili sergilemektedir (Miñarro, Albanell, Aguilar, Guamis and Capellas, 2012). Özellikle soya fasulyesi tam bir protein olarak kabul edilmekle birlikte tüm esansiyel aminoasitleri içermektedir.

Tüm bunlarla birlikte insan sağlığı üzerindeki yararlı etkileri sebebiyle bakliyatlar hem protein hemde beslenme kaynağı olarak tercih edilebilmektedir (Becerra-Tomás, Díaz-López, Rosique-Esteban, Ros, Buil-Cosiales, Corella and Lamuela-Raventós, 2018).

Bakliyalarda en çok kullanılan, bulunabilir, ekonomik ve tercih edilen bitkisel protein bezelye proteindir. Bezelyede bulunan legumin ve visilin toplam proteinlerin %65-80 oranında bulunmaktadır. Bezelye proteinleri; yüksek besleyici özelliklerinden dolayı tahıl ürünleri, unlu mamuller, bebek mamaları, makarna, et ve deniz ürünleri olmak üzere birçok üründe kolaylıkla kullanılmaktadır (Çetiner ve Bilek, 2019).

Bakliyalarda tercih edilen ve bulunabilir bir diğler çeşit ise nohuttur. Özellikle glütensiz ürün formlarında sıkça kullanılan nohut, protein özellikleri açısından da zengindir. Desi ve Kabuli olarak iki çeşitte bulunmaktadır. Desi ve kabuli çeşitleri yüksek miktarda içeren protein, düşük oranda bulunan yağ ve sodyum bileşenlerini içeriğinde bulundurmaktadır. Aynı zamanda içeriğinde yüksek miktarda diyet lifi, vitamin ve mineral komplekslerini de içermektedir (Roy, Boye and Simpson, 2010).

Bir diğler yüksek protein içeriğe sahip bakliyat olan mercimek, fenolik ve flavonoid maddelerinden dolayı oldukça zengin bir içeriğe sahiptir. Mercimeğin aynı zamanda sağlık bakımından da birçok faydalı etkisi bulunmaktadır. Mercimek proteini amino asit profili açısından dengeli bir profil sergilemektedir.

Fasulye baklagili, protein açısından oldukça zengin bir besin kaynağı olarak bilinmektedir. Özellikle vejetaryen veya vegan beslenmeyi tercih eden tüketiciler için önemli bir protein kaynağıdır. Fasulyeler, yaklaşık %20 oranında protein içerebilmektedir. Protein içeriği, farklı fasulye türleri arasında değişiklik gösterebildiği bilinmektedir. Örneğin, siyah fasulye, kuru fasulye ve nohut gibi yaygın türler yüksek miktarda protein içerirken, bazı diğler fasulye çeşitleri daha düşük protein içeriğine sahip olabilir. Fasulyeler yüksek protein içeriğinin yanı sıra lif, demir, B vitaminleri (folat), magnezyum ve potasyum gibi diğler besin maddeleri açısından da oldukça zengindir (Çetiner ve Bilek, 2019).

**Tahıllar:** Tahılların, yağlı tohumlara göre protein içeriği daha düşüktür. İnsan beslenmesi için yaklaşık 200 ton protein ihtiyacını karşılayabilmektedir. Özellikle buğdayda bulunan gluten, insanların en çok tükettiği gıda olarak bilinen ekmeğin yapımında önemli bir rolü olan tahıl proteinidir.

Pirinç kepeğinin protein oranı %12—15 arasında değişiklik göstermektedir. Pirinç işleme sırasında yan ürün oluşan pirinç kepeği proteinleri dört farklı grupta incelenmektedir. Bunlar albümin, globülin, glutelin ve prolamindir. Pirinç kepeğinin hem yüksek kalitede içerdiği proteini ve protein oranı hem de hipoalerjenik olmasından kaynaklı sıkça tercih edilmektedir.

Tüm dünyada hem insan tüketiminde hem de hayvan yeminde en sık kullanılan tahıl çeşidi buğdaydır. Buğday iyi bir protein kaynağı olması yanında özellikle vitamin ve mineraller gibi besleyici bileşenlerde bulundurmaktadır. Buğdayın protein içeriği farklılık gösterebildiğinden yaklaşık %9—14 arasında olduğu bilinmektedir. Buğday proteinleri gluten,

gliadin, albümin/globülin olarak üç farklı grup olarak bilinmektedir. Bunlardan gluten, toplam buğday proteininin en yüksek içeriğini oluşturmakla birlikte %80–%85’ini kapsamaktadır. Ekmek, makarna ve erişte gibi birçok ürünün üretimi için yapılan olan hamurun yapışkan ve viskoelastik gibi özelliklerini kazandırmaktadır (Çetiner ve Bilek, 2019).

Yulaf ürününde ise; diyet lifi, lipitler, vitaminler ve antioksidanlar sayesinde diğer birçok tahıl grubundan daha çok besleyici olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda gluten proteini içermemesinden kaynaklı çölyak hastaları için protein kaynağı olarak değerlendirilebilmektedir. Özellikle bileşiminde bulunan  $\beta$ -glukan kolesterol düşümünü yardımcı olurken, tip 2 kalp rahatsızlıkları ve diyabet gibi kronik hastalıkların riskini azaltması gibi insan sağlığı üzerindeki faydaları oldukça fazladır. Tahıllar içerisinde %15–20 protein oranıyla yulaf, en yüksek protein oranına sahiptir. Ayrıca yine yulaf besleyici olmayan bileşenleri içermediğinden son zamanlarda tüketiciler ve üreticiler tarafından en çok tercih edilen tahıllar arasındadır (Hoogenkamp, 2017).

Bitkisel proteinlerin tüketilmesi, hayvansal protein kaynaklarından elde edilen proteinlerle karşılaştırıldığında çevresel etkilerini azaltmak için de tercih edilebilmektedir. Ayrıca, bitkisel proteinler genellikle doyurucudur ve düşük yağ içeriğine sahip olabilir, bu da sağlıklı bir beslenme planı için tercih edilen bir özelliktir. Yine de, tüm esansiyel amino asitleri içeren bir beslenme almak için farklı bitkisel kaynakları bir araya getirmek önemlidir.

Bitkisel proteinlerle beslenirken, vücudun ihtiyaç duyduğu diğer besin maddelerini de karşılamaya dikkat etmek gerekir. Çeşitli sebzeler, meyveler, sağlıklı yağlar ve lifli gıdalarla beslenmek, dengeli ve sağlıklı bir bitkisel beslenme planının önemli bir parçası olmalıdır (Hoogenkamp, 2017).

## **2.2. Pektin**

Şekerleme ürünlerinde kıvam arttırıcı, jelleştirici ajan olarak birden fazla kaynak kullanılmaktadır. Bunlar jelatin, karragenan, pektin, gam arabik, arjinin, agar ve nişastadır. Şekerleme üretimlerinde istenen çignenebilir yapı ve tekstürün elde edilmesinde sıkça kullanılan jelleştirici ajan jelatindir (Önder, 2021). Ancak son zamanlarda vegan talebin artması, jelatinin helallikle ilgili olan soruların artmasıyla birlikte pektinin ürün formülasyonlarında kullanımının arttığı bilinmektedir.

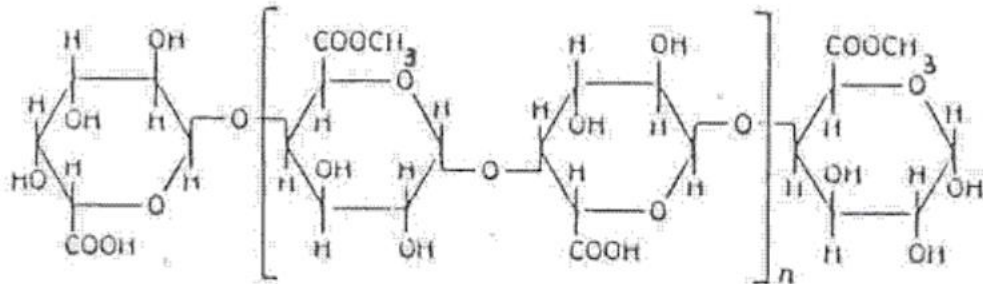
Pektin hammaddesi, yüksek jel oluşturma özelliği sayesinde birçok gıdada kullanılmakta olan bir katkı maddesidir. Özellikle reçel, marmelat ve şekerleme üretimlerinde sıkça tercih edilmektedir (Çopur, 1988).

Pektinlerin kimyasal bileşimleri bitkisel kaynağa bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Aşağıdaki tabloda da bazı bitkilerin pektin içerikleri belirtilmektedir.

Tablo 2.1. Farklı bitkisel materyallerin pektin içerikleri (Graham, 1977)

Bitkisel Materyal	Toplam Pektik Madde (Kurumadde % Olarak)
Patates	2,5
Elma	3,0
Havuç	10,0
Domates	15,5
Elma Posası	15,0-20,0
Şeker Pancarı Pulpu	15,0-20,0
Ayçiçek Tablası	25,0
Sitrus Kabuğu	30,0-35,0

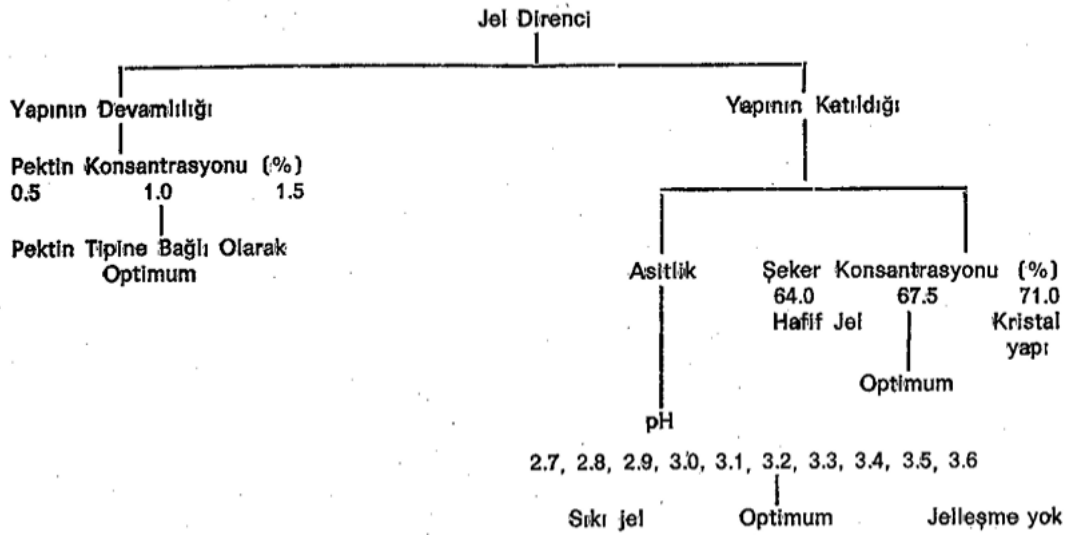
Pektin hammaddesi uygun pH ve kurumadde şartları sağlandığında jelleşme özelliği gösteren ve çeşidine göre farklı metil ester grupları içeren, suda çözünen pektinik asitleri ifade etmektedir. Pektik asitler metil ester grupları içeren koloidal poligalaktronik asitlerden oluşmaktadır. Pektini oluşturan kısım ise galaktronik asit ve metil köküdür. Bunlar birbirleri ile  $\alpha$  1-4 bağları ile doğrusal olarak zincir oluşturmaktadır. Pektinin kimyasal yapısını gösteren görsel aşağıdaki gibidir (Çopur, 1988).



Şekil 2.1. Pektinin kimyasal yapısı

Pektinler esterleşme derecelerine göre yüksek metoksilli ve düşük metoksilli olmak üzere iki ayrı sınıfa ayrılmaktadır.

Yüksek metoksilli (HM) veya yüksek esterli olan pektinlerde, karboksil gruplarının %50'sinden fazlası esterleşmiştir. Yüksek metoksilli pektinler, jelleşecekleri ortamda yüksek şeker ve asit konsantrasyonunu isterler. Jelleşme süresinin sağladığı avantaj sayesinde yüksek metoksilli pektinler hızlı ve yavaş jelleşen olarak iki farklı sınıfa ayrılmaktadır. Hızlı jelleşebilen pektinlerin esterleşme derecesi, yavaş jelleşebilen pektinlerin esterleşme derecesinden %60 daha fazladır. Düşük metoksilli (LM) pektinler ise; karboksil gruplarının %30-50 aralığında esterleşme olduğu bilinmektedir. Düşük metoksilli pektinler şeker ve asit olmadan jelleşme özelliği gösterebilmektedir (Çopur, 1988). İstenen formülasyonlara uygun bir jel yapısı oluşmasını sağlamak için gerekli şartlar şekil 2.3.2'de belirtilmiştir (Çopur, 1988).



Şekil 2.2. Jel oluşumu için Optimum Koşullar (Çopur, 1988)

Kullanılması planlanan pektin oranı, jel oluşumu için oldukça kritiktir. Pektin kullanım oranları formülasyonlara bağlı olarak %1-2 aralığında değişmektedir. Ancak yine ürüne ve jel derecesine bağlı olarak %1 altında da kullanımı olabilmektedir.

Formülasyonlarda kullanılan her pektin ve şeker konsantrasyonuna karşılık bir pH değeri bulunmaktadır. Yüksek metoksilli pektinlerde pH değer aralığı 2,8-3,6 iken optimum jeli oluşturmaktadır. Ancak 3,6 üzerinde görülen pH değerlerinde kısmi jelleşmeler olduğu görülecektir. pH değeri 3,6'nın altına düştüğünde ise oluşan jelin kıvamı artar ve ön jelleşme dediğimiz katılaşmalar görülür. pH 2,8 değerinde ise oluşan jel sulanır ve bu olaya *syneresis*

denmektedir. 2,2 pH değerinde ise pektin artık tamamen jel yapma özelliğini yitirmektedir (Graham, 1977).

Jel kabiliyetinde pH oldukça kritiktir. Belli pH değerlerinde pektin ağını oluşturan lifler esneklik kazanmaktadır ve bu şekilde istenen tekstürün elde edilmesi sağlanmaktadır.

pH değerinin optimum seviyede olması için dışarıdan asit eklenmesi gerekmektedir. Burada en yaygın kullanılmakta olan asitler sitrik asit, tartarik asit ve laktik asittir. Kullanılacak asidin çeşidine bağlı olarak, asit miktarı da oldukça kritiktir. Örneğin; az miktarda kullanılan tartarik asit pH değerini hızla düşürecekken, aynı oranda kullanılan sitrik asit pH değerini çok daha az değiştirecektir (Cemeroğlu, 1976). Formülasyonlarda genellikle %50'lik sitrik asit solüsyonu tercih edilmektedir.

Düşük ve yüksek metoksilli pektinlerin gıdalarda kullanım oranları ve buna karşılık kullanılması gereken katı madde miktarları çizelge 2.3.2'de verilmiştir.

Tıp	Kullanılan Gıda	Mamuldeki yaklaşık Miktarı (%)	Önemli Faktörler
Yüksek Metoksilli Pektin (HM) (150 jel dereceli)	Meyve jelleri, reçel	0.1 - 0.8	Çözünür katı madde; Jele için: % 65 Reçel için : % 60 pH : 2.8 - 3.2
	Jeleli şekerleme	0.85 - 1.25	Çözünür katı madde . 80 - 82, tampon tuzlar ilave edilmeli, 50 - 50 jel - su karışımında pH 3.4 - 3.7 olmalı, eşit ağırlıkta glikoz ve sakkaroz içermelidir.
	Düşük kalorili meyve şıraları ve gazozlar için, koyulaştırıcı olarak	0.5'in altında	Şeker içermeyen ürünlerde çözeltinin hazırlanmasına dikkat edilmelidir.
Düşük Metoksilli Pektin (LM)	Tat emülsiyonları, salata sosları	Su fazının 2 - 3'ü	% 15 - 20 ve üstünde yağ içerenler için, daha uygundur.
	Salata ve mayonez jelleri	0.8 - 1.5	Pektin ağırlığının % 8 - 16'sı kadar Ca (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . H <sub>2</sub> O, bazede sodyum sitrat ve meyve asitleri eklenir.
	Süt jelleri ve pudıngleri	0.8 - 1.5	Kalsiyum tuzuna gerek yoktur.
	Dondurulmuş çilek	Çilek ağırlığının 0.7 - 0.15'i	Paketlenmiş meyvelere şeker şurubu eklenildiğinde daha etkili olmaktadır.
	Dondurmada kullanılan meyve ve çilek jellerinde	0.8 - 1.5	% 40 - 50 şeker, meyve esiti bazen kalsiyum tuzu.

Şekil 2.3. Pektinlerin Gıdalarda Kullanım Oranları (Graham, 1977)

### **2.3. Asitlik Düzenleyiciler**

Gıda endüstrisinde geniş kullanım alanı bulan asitlerin; standardizasyon ve işlem optimizasyonu, tatlılık dengeleme, ekşilik verici, istenmeyen tatları maskeleyen, koruyucu etkide bulunması gibi birçok fonksiyonu bulunmaktadır (Altuğ, 2009). Özellikle şekerleme endüstrisinde en çok tercih edilen asitlik düzenleyicilerin en başında; sitrik asit, malik asit, tartarik asit ve laktik asit gelmektedir (Altuğ, 2009).

#### **2.3.1. Sitrik Asit**

Saf halde katı olarak bulunmaktadır. Na ve K tuzları da kullanılmaktadır. Suda çözünürlüğü oldukça fazla olduğundan gıda sanayisinde en yaygın olarak kullanılmakta olan asittir. Ekşiliği dengeli olan asit olduğundan hem ekşilendirmek hemde tat vermek amacı ile kullanılmaktadır. Doğal olarak en fazla limonda bulunmaktadır. En çok içeceklerde kullanılmakta birlikte şekerleme, soslar, reçel gibi ürünlerde de kullanımı yaygındır (Ünlü ve Bayır, 2022).

#### **2.3.2. Tartarik Asit**

Kuvvetli ekşiliğe sahip olan tartarik asit birçok meyvede bulunmaktadır. Daha çok üzüm lezzetli ürünlerde kullanılmaktadır. pH düzenlemede oldukça hızlı değişimlere sebep olduğu bilinmektedir (Altuğ, 2009).

#### **2.3.3. Malik Asit**

Birçok alanda kullanılabilen bir asittir. Sitrik aside benzer özellikleri bulunmaktadır. Doğal olarak gıdalarda da bulunmaktadır. Lezzeti arttırmak amacı ile kullanılmaktadır. Düşük erime noktasına sahip olduğundan sert şeker olarak bilinen şekerleme ürünlerinin yapımında kullanılmaktadır (Ünlü vd., 2022). Aynı zamanda renk stabilizasyonu olarak meyve sularında da kullanılabilir (Altuğ, 2009).

#### **2.3.4. Laktik Asit**

Gıdalarda oldukça yaygın bir kullanım alanı bulunmaktadır. Keskin ve acı bir tadı bulunmaktadır, saf haldeyken uçucu olmayan viskoz bir yapısı vardır. Koruyucu özelliği yüksektir. Bazı gıdalarda asitliği ayarlamak, özel tat ve koku kazandırmak amacıyla da kullanılmaktadır (Altuğ, 2009).

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

**Şeker:** Konya Şeker firmasının hammaddesi kullanılmıştır. Standart kristal şeker formundadır.

**Glukoz Şurubu:** Cargill M50 şurubu kullanılmıştır. DE: 40-46 arasındadır. %83 kurumadde içeriklidir.

**Sitrik Asit:** Anhidrus özellikte sitrik asit tercih edilmiştir. RZBC (Çin) firmasından temin edilmiştir.

**Pektin:** Yüksek metoksilli (HM) ve düşük metoksilli (LM) pektin hammaddeleri CP Kelco (ABD) firmasından temin edilmiştir.

**Bezelye Proteini:** %85 protein içerikli bezelye proteini Hhoya (Hollanda) firmasından temin edilmiştir.

**Pirinç Proteini:** %80 protein içerikli bezelye proteini Hhoya (Hollanda) firmasından temin edilmiştir.

**Fasulye Proteini:** %80 protein içerikli fasulye proteini Shanghai Freeman (ABD) firmasından temin edilmiştir.

**Balkabağı Proteini:** %88 protein içerikli fasulye proteini Shanghai Freeman (ABD) firmasından temin edilmiştir.

**Bakla Proteini:** %70 protein içerikli fasulye proteini Shanghai Freeman (ABD) firmasından temin edilmiştir.

**Aroma:** Silesia (Almanya) firmasının kola aroması kullanılmıştır.

Bu çalışmada yer alan bitkisel protein hammaddelerinin pH, protein miktarı ve kurumadde değerleri Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Bitkisel proteinlere ait özellikler

Numune Kodu	Protein Çeşidi	pH	Protein Miktarı (%)	Kurumadde (%)
Be	Bezelye Proteini	7-8	85	90
F	Fasulye Proteini	7-8	80	90
Ba	Bakla Proteini	7-8	88	92
Bk	Balkabağı Proteini	5,5-7,5	70	92
P	Pirinç Proteini	6-8	80	95

Şekil 3.1’de bitkisel proteinlere ait hammaddelerin toz formları gösterilmiştir. Burada hammaddelerin ana renkleri ve partikül boyutları duyuşal olarak gözlemlenmiştir.



Şekil 3.1. Bitkisel proteinler toz formları

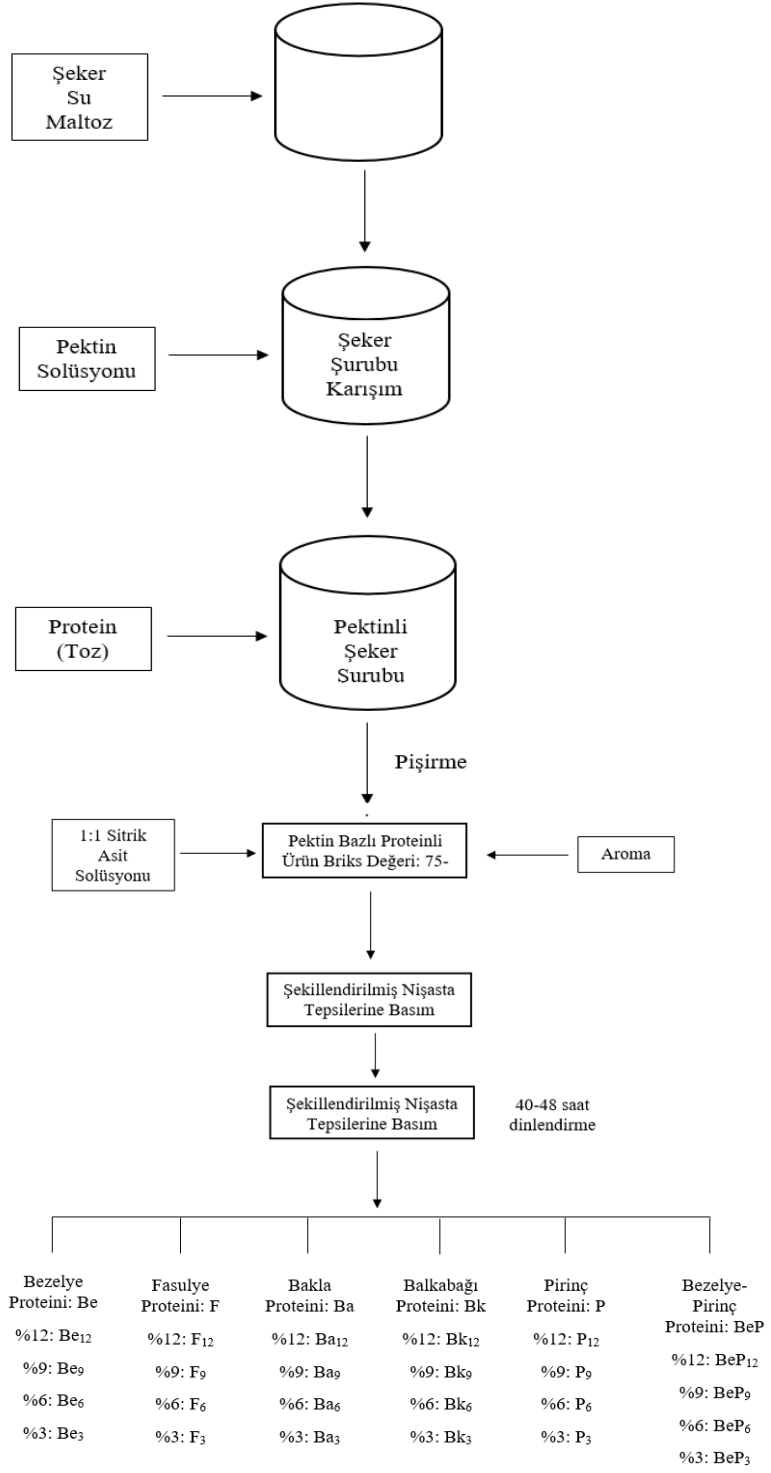
## 3.2. Metod

### 3.2.1. Yumuşak Şeker Örneklerinin Hazırlanması

Yumuşak şeker ürün örnekleri hazırlanırken standart pektin içerikli ürün formülasyonu baz alınarak ilerlenmiştir. Ürünler laboratuvar koşullarında kontrollü bir şekilde elde edilmiştir. İlk olarak pektin ve sıcak su hammaddeleri formülasyonda belirtilmiş oranlarda tartılarak mikser yardımı ile homojen bir şekilde karışımı sağlanmıştır. Ardından sıcak su içerisine şeker, maltoz ve su hammaddeleri tartılarak tencere içerisine alınmıştır. Hammaddelerin tamamen çözünmesi sağlanıp, şeker şurubu 75-80°C’ye geldiğinde hazırlanmış olan pektin solüsyonu ilave edilmiştir. Karışım pişirilirken briks kontrolü yapılarak pişme süresi belirlenmiştir. Pektin bazlı ürün formülasyonlarında briksin 75-76 aralığında olması ve pişen ürünün pH değerinin 4.0-4.3 değerleri arasında olması dikkate alınmıştır. Pişirilen ürün alınarak formülasyonda belirlenen oranlarda 1:1’lik asit solüsyonu ve aroma ilavesi yapılmıştır. Ardından şekil verilmiş

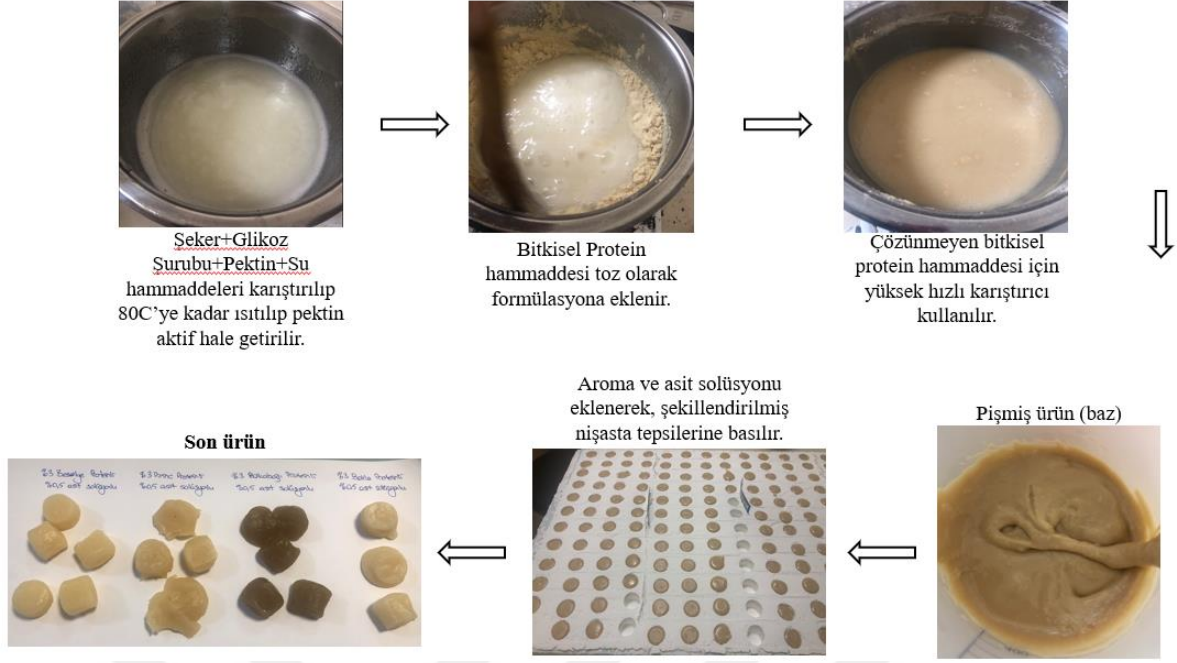
olan nişasta tepsilerine basımı yapılmıştır. Ürünler nişasta tepsilerinde 40-48 saat aralığında dinlendirilerek istenen yapının elde edilmesi sağlanmıştır.

Protein içerikli yumuşak şeker ürünleri ise; yine pektin ve sıcak su mikserle karıştırılarak homojen bir şekilde çözünmesi sağlanmıştır. Şeker, su ve maltoz hammaddeleri tartılarak tencereye alınmıştır. Şeker şurubu 75-80°C'ye geldiğinde hazırlanmış olan pektin solüsyonu ilave edilmiştir. Karışım karıştırıldıktan sonra kaynamadan toz formdaki protein karışıma ilave edilmiştir. Topaklanma olmadan, homojen bir karışımın elde edilmesi için hızlı bir şekilde karıştırılması sağlanmıştır. Ürünler 105°C-110°C arasında pişirilerek, briksi yine standart ürün briksi hedef olacak şekilde 75 briks değeri elde edilmiştir. Pişirme süresi 12-15 dakikada tamamlanan baza yine 1:1'lik sitrik asit solüsyonu ve aroma ilavesi yapılarak nişasta tepsilerine basımı yapılmıştır. Ürünler nişasta tepsilerinde 40-48 saat aralığında dinlendirilerek istenen yapının elde edilmesi sağlanmıştır. Üretime ait basamaklar aşağıdaki akış şeması ve bitkisel proteinlerin farklı oranlarda kullanılmasıyla üretilen yumuşak şeker numunelerine ait kodlar şekil 3.2'de detaylı olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Protein içeriği yüksek yumuşak şeker ürün prosesi

Yapılan bu çalışmada laboratuvarında hazırlanmış olan ürün numunelerinin proses akış şeması Şekil 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.3. Laboratuvarında hazırlanan yumuşak şeker ürün görselleri

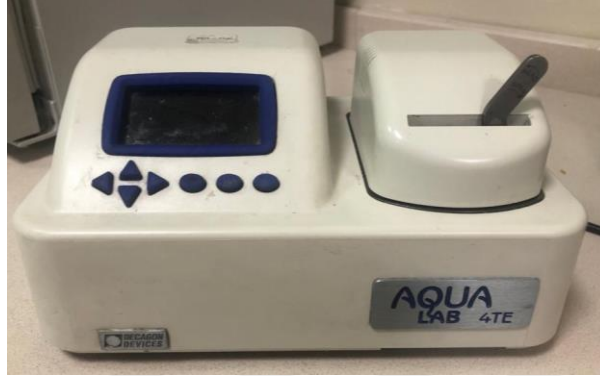
Şekil 3.3'de de belirtildiği gibi yumuşak şeker ürünlerinde kullanılan protein hammaddeleri, son ürün protein içerikleri %3, %6, %9, %12 olacak şekilde kullanılmıştır. Çizelge 3.2'de bitkisel protein çeşitlerine ait bitkisel protein oranları belirtilmiştir.

Çizelge 3.2. Bitkisel protein çeşitleri ve içerdiği bitkisel protein oranları

Protein İçeriği	Bezelye Proteini (Be)	Fasulye (F)	Bakla (Ba)	Balkabağı (Bk)	Pirinç (P)	Bezelye-Pirinç (BeP)
<b>%3 protein içeren yumuşak şeker ürünleri</b>	Be <sub>3</sub>	F <sub>3</sub>	Ba <sub>3</sub>	Bk <sub>3</sub>	P <sub>3</sub>	BeP <sub>3</sub>
<b>%6 protein içeren yumuşak şeker ürünleri</b>	Be <sub>6</sub>	F <sub>6</sub>	Ba <sub>6</sub>	Bk <sub>6</sub>	P <sub>6</sub>	BeP <sub>6</sub>
<b>%9 protein içeren yumuşak şeker ürünleri</b>	Be <sub>9</sub>	F <sub>9</sub>	Ba <sub>9</sub>	Bk <sub>9</sub>	P <sub>9</sub>	BeP <sub>9</sub>
<b>%12 protein içeren yumuşak şeker ürünleri</b>	Be <sub>12</sub>	F <sub>12</sub>	Ba <sub>12</sub>	Bk <sub>12</sub>	P <sub>12</sub>	BeP <sub>12</sub>

### 3.2.2. Su Aktivitesi, Briks Tayini

Su aktivitesi tayini analizinde yumuşak şeker örneklerinin yüzey alanının genişletilmesi için örnekler küçük parçalara kesilmiştir. Şekil 3.4'de gösterildiğini gibi yumuşak şeker örnekleri Aqua lab 4TE (Amerika) su aktivitesi cihazı kullanılarak ölçümleri alınmıştır.



Şekil 3.4. Su Aktivitesi ölçümlerinde kullanılan Aqua Lab 4TE cihazı

Briks ölçümü için erlende 1:2 oranında hazırlanmış suda eritilen yumuşak şeker örnekleri, oda sıcaklığına gelene kadar soğutulmuştur. Yumuşak şeker örnekleri briks ölçme cihazına (Şekil 3.5) yerleştirilerek ekranda görülen değer sabitlenene kadar ölçüm yapılır. Sabit gelen değer sonuç olarak not edilir.



Şekil 3.5. Briks ölçümlerinde kullanılan Atago refraktometre

### 3.2.3. Yumuşak Şeker Örneklerini Renk Ölçüm Tayini

Yumuşak şeker ürünlerinde yapılan renk ölçümleri Kervan Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. firmasında bulunan renk ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Burada yumuşak şeker ürünleri için en uygun metodun renk spektrofotometresi olduğu tarafımıza belirtilmiştir.

Kalıplanmış yumuşak şeker örnekleri CM-26d model Konica Minolta renk ölçüm cihazı (Konica Minolta) kullanılarak CIE L\*, a\*, b\*, C\* ve h renk sistemiyle ölçümler gerçekleştirilerek renk analizi yapılmıştır. Bu modelde renk beş boyut ile ifade edilmektedir.

L\*: rengin parlaklığını ifade eder; 0: siyah ve 100: beyaz değerleri arasındadır. a\*: kırmızılık ve yeşillik olarak ifade edilir; -60: yeşil, +60: kırmızı değer aralığındadır. b\*: sarılık mavilik olarak ifade edilir; -60: mavi, +60: sarı aralığında ifade edilir.

#### 3.2.4. Yumuşak Şeker Örneklerinin Tekstürel Özellikleri

Yumuşak şeker örneklerinin tekstürel özellikleri (sertlik, molekül içi yapışkanlık, elastikiyet, sakızimsılık, dayanıklılık) Şekil 3.6'daki tekstür analiz cihazı TA.HD Plus, Stable Micro Systems, Godalming, (İngiltere) kullanılarak belirlenmiştir. Analizde çapı 36 mm olan silindirik prob ile 5 kg'lık yük hücresi kullanılarak, yumuşak şeker örneklerinin deformasyona uğraması için gerekli kuvvet belirlenmiştir. Analiz her örnek için 5 tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır.



Şekil 3.6. Tekstür analiz ölçümlerinde kullanılan Stable Micro Systems Tekstür Cihazı

#### 3.2.5. Yumuşak Şeker Örneklerinin Erime Analizleri

Erime analizlerinde; örnekler 35°C sıcaklıkta 2 saat ve 45°C sıcaklıkta 2 saat su banyosunda sabit bir şekilde bekletilerek erime testi yapılmıştır (Boran, 2011).

### 3.2.6. Yumuşak Şeker Ürünlerinde pH Analizi

pH ölçümleri için Mettler Toledo pH metre cihazı tercih edilmiştir. Ölçüm öncesinde kalibrasyon yapılabilmesi amacıyla buffer solüsyonları kullanılmıştır. Her ölçüm öncesi saf su temizlenmiştir. Göstergede görülen değer sabitlenene kadar beklenmiş olup, sabitlenmiş değerler Şekil 3.7'deki cihaz yardımı ile alınmıştır.



Şekil 3.7. pH ölçümlerinde kullanılan Mettler Toledo pH Meter

### 3.2.7. Duyusal Analiz

Duyusal değerlendirme analizleri eğitimli 15 kişilik panelist ekibi ile birlikte yapılmıştır. Duyusal değerlendirme parametreleri arasında görünüş, tat, koku ve yapı değerlendirilmiştir.

### 3.2.8. Protein Analizi

%3, %6, %9 ve %12 bitkisel protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinde Kjeldahl Yöntemi ile protein analizi yapılmıştır (Balkan, 1978). Bu metotta ürün içerisindeki azot miktarı tayin edilerek hesaplama metodu kullanılmıştır. Her bir gıdanın azot içeriğinin hesaplanmasında belirlenmiş katsayılar aşağıdaki tabloda da belirtilmiştir.

Bitkisel protein içerikli ürünlerde yapılan bu analiz yönteminde uygulanan aşamalar aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

**Yakma İşlemi:** 4g olan bitkisel protein içerikli ürün örnekleri tartılarak Kjeldahl balonuna alınır. Ürünlerin üzerine H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilir. Ardından balonjoje düzeneğe yerleştirilir ve sıcaklık belirli oranlarda artırılarak ürün sarı-yeşil renge gelene kadar yakılır.

**Destilasyon Aşaması:** Oda sıcaklığına bekletilerek soğutulan balondaki ürüne yaklaşık 100 mL destile su ilave edilerek soğutulması sağlanır. Balon içerisine %50'lik NaOH çözeltisinden 80-100 mL ve çinko taşı eklenerek destilasyon ünitesine yerleştirilir. Destilasyonun çıkış tarafına, içerisinde 3-4 damla indikatör karışımı ilave edilmiş olan 100 mL %3,5'luk borik asit çözeltisi bulunan erlenmayer konulur. NaOH çözeltisi ile blonjoje karıştırılır, buradaki esas amaç ortama dağılarak, çözeltiyi bazik hale getirmesidir. Burada koyu kahve-siyaha yakın bir renk tonu gözlemlenebilir. Isıtıcı çalıştırılır. Kaynama prosesi ile destilasyon başlar ve erlenmayerde yaklaşık 100-150 mL destilat toplanınca analiz sonlandırılır.

**Titrasyon:** Destilat, 0.1 N HCl çözeltisi ile pembe renge dönüşüncüye kadar titre edilir. % olarak protein miktarı hesaplaması aşağıdaki gibidir.

$$\% \text{ Azot (N)} = (\text{Vasit} \times \text{Nasit} \times 1,4) / \text{M} \quad (3.2.8-1)$$

$$\% \text{ Protein} = \% \text{N} \times 6,25 \quad (3.2.8-2)$$

Vasit: Titrasyonda harcanan HCl miktarı (mL), Nasit: Titrasyonda kullanılan HCl'in normalitesi, M: Örnek miktarı (g), 6.25: Azotun proteine dönüştürülme faktörü

Çizelge 3.3'de azot molekülünün gıdalardaki dönüştürülme faktörleri paylaşılmıştır.

Çizelge 3.3. Azot molekülünün dönüştürülme faktörü (Yetim, 2001)

Ürünler	Katsayı
Et, yumurta, fasulye, balık vb gıdalar	6,25
Süt ve mamülleri	6,38
Arpa, çavdar, yulaf	5,83
Buğday, un vb.	5,70
Jelatin	5,30
Kabuklu yemişler	5,30

### 3.2.9. Hızlandırılmış Raf Ömrü Analizleri

Referans ürün, bezelye proteinli, balkabağı proteinli, fasulye proteinli ve pirinç proteini ürünlerinde paralel olarak hızlandırılmış raf ömrü çalışması yapılmıştır. Hızlandırılmış raf ömrü çalışmasında örnekler 30°C’de %60 nem koşullarında 10 hafta bekletilerek örneklere ait su aktivitesi, görünüş, tat ve koku değerleri ölçülmüştür (Hough, 2010).



## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Briks Tayini

%3, %6, %9 ve %12 protein içerikli yumuşak şeker ürün örnekleri ve kontrol örneğine ait briks değerleri Çizelge 4.1.1’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren yumuşak şeker ürünlerinin pişme briks değerleri

Ürünler	%3 Protein içerikli yumuşak şeker	%6 Protein içerikli yumuşak şeker	%9 Protein içerikli yumuşak şeker	%12 Protein içerikli yumuşak şeker
<b>Kontrol Örneği</b>	75,8±0,28 <sup>Aabc</sup>	75,80±0,28 <sup>Aab</sup>	75,80±0,28 <sup>Aa</sup>	75,80±0,28 <sup>Aa</sup>
<b>Bezelye</b>	75,25±0,35 <sup>Abc</sup>	75,00±0,71 <sup>Aab</sup>	73,60±0,84 <sup>Aab</sup>	70,30±0,42 <sup>Bb</sup>
<b>Fasulye</b>	76,50±0,70 <sup>Aab</sup>	76,50±0,71 <sup>Aa</sup>	74,15±0,21 <sup>Bab</sup>	70,90±0,14 <sup>Cb</sup>
<b>Bakla</b>	76,00±0,24 <sup>Aabc</sup>	74,80±1,13 <sup>ABab</sup>	73,35±0,50 <sup>Bbc</sup>	70,35±0,13 <sup>Cb</sup>
<b>Balkabağı</b>	75,00±0,32 <sup>Abc</sup>	73,40±0,56 <sup>ABb</sup>	72,55±0,78 <sup>Bbc</sup>	69,80±0,28 <sup>Cbc</sup>
<b>Pirinç</b>	77,25±0,35 <sup>Aa</sup>	75,85±0,50 <sup>ABab</sup>	74,40±0,57 <sup>Bab</sup>	71,85±0,21 <sup>Cb</sup>
<b>Bezelye-Pirinç</b>	74,55±0,77 <sup>Ac</sup>	73,80±1,01 <sup>Aab</sup>	71,30±0,42 <sup>ABc</sup>	67,95±1,34 <sup>Bc</sup>

A, B, C: Aynı satırda farklı büyük harflerle belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ).

a,b,c: Aynı sütunda farklı küçük harf ile belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ).

Çizelge 4.1’de verilen tabloda aynı sütundaki %3 bezelye, bakla ve balkabağı proteini içeren yumuşak şeker ürünleri ile kontrol örneği pişme briksi olarak değerlendirildiğinde istatistiksel olarak fark olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ). %6 protein içeren yumuşak şeker ürünleri pişirme briks değerleri bakımından incelendiğinde kontrol ürün örneği ile bezelye, bakla, pirinç ve bezelye-pirinç proteinli yumuşak şeker ürünlerinin briksleri arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ). %9 protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinde kontrol örneği ile bezelye, fasulye ve pirinç proteinli yumuşak şeker ürünlerinin pişme briksi arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığı ( $p>0,05$ ) görülmüştür. %12 protein içeren ürün örnekleri incelendiğinde kontrol ürün numunesinin pişme briksi aynı sütunda yer alan tüm protein çeşitli yumuşak şeker ürünlerinden farklı olduğu görülmektedir.

Protein oranına bağlı olarak yumuşak şeker ürünlerinin pişme briksi incelendiğinde ise; protein oranı arttıkça pişme briks değerinin düştüğü yapılan istatistiksel analizlerde de

görülmüştür. Bezelye proteinli ürün çeşidinde, %3, %6 ve %9 protein içerikli ürünlerin pişme briksi arasında anlamlı bir fark görülmezken, %12 değerinin daha düşük çıktığı ölçülmüştür.

Aynı protein çeşidinden artan oranlarda kullanılarak elde edilen ürünlerin, briks değerlerinin düştüğü gözlenmiştir. % 12 protein içeren tüm ürünlerin briks değerleriyle, aynı proteini %3 oranında içeren örneklerin briks değerleri arasında istatistiki olarak anlamlı fark bulunduğu ifade edilebilir.

#### 4.2. Su Aktivitesi Tayini

Kontrol numunesi, %3, %6, %9 ve %12 protein içeren yumuşak şeker ürünlerinde su aktivitesi analizi yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren yumuşak şeker ürünlerinin su aktivitesi değerleri

Ürünler	%3 Protein içerikli yumuşak şeker	%6 Protein içerikli yumuşak şeker	%9 Protein içerikli yumuşak şeker	%12 Protein içerikli yumuşak şeker
<b>Kontrol Örneği</b>	0,6980±0,0087 <sup>Aab</sup>	0,6980±0,0087 <sup>Ab</sup>	0,6980±0,0087 <sup>Ac</sup>	0,6980±0,0087 <sup>Ad</sup>
<b>Bezelye</b>	0,7029±0,0037 <sup>Ca</sup>	0,7248±0,0010 <sup>Ba</sup>	0,7430±0,0028 <sup>Aa</sup>	0,7471±0,0023 <sup>Aa</sup>
<b>Fasulye</b>	0,6818±0,0010 <sup>Cc</sup>	0,7113±0,0064 <sup>Bab</sup>	0,7184±0,0020 <sup>Babc</sup>	0,7356±0,0028 <sup>Aabc</sup>
<b>Bakla</b>	0,6873±0,0009 <sup>Cbc</sup>	0,7250±0,0021 <sup>Ba</sup>	0,7235±0,0034 <sup>Bab</sup>	0,7350±0,0022 <sup>Cabc</sup>
<b>Balkabağı</b>	0,6907±0,0013 <sup>Babc</sup>	0,6972±0,0001 <sup>Bb</sup>	0,7202±0,0058 <sup>Aabc</sup>	0,7238±0,0029 <sup>Abc</sup>
<b>Pirinç</b>	0,6901±0,0021 <sup>Babc</sup>	0,7259±0,0039 <sup>Aa</sup>	0,7117±0,0103 <sup>ABbc</sup>	0,7181±0,0057 <sup>Ac</sup>
<b>Bezelye-Pirinç</b>	0,6818±0,0026 <sup>Bc</sup>	0,6965±0,0037 <sup>Bb</sup>	0,6778±0,0069 <sup>Bd</sup>	0,7414±0,0047 <sup>Aab</sup>

<sup>A, B, C</sup>: Aynı satırda farklı büyük harflerle belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).

<sup>a,b,c</sup>: Aynı sütunda farklı küçük harf ile belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).

%3 protein içeren yumuşak şeker ürünlerinde Çizelge 4.2’de verildiği gibi su aktivitesi değerinde bezelye proteinli yumuşak şeker, balkabağı proteinli yumuşak şeker ve pirinç proteinli yumuşak şeker ürünleri yakın sonuçlar elde edildiği ve anlamlı bir fark olmadığı ( $p > 0,05$ ) görülmüştür. %6 protein içeren yumuşak şeker ürünlerinde, kontrol numunesi ile fasulye proteinli yumuşak şeker ürünü, balkabağı proteinli yumuşak şeker ürünü ve bezelye-pirinç proteinli yumuşak şeker ürünleri arasında su aktivitesi değeri bakımından anlamlı bir fark olmadığı ( $p > 0,05$ ) görülmüştür. %9 protein içerikli yumuşak şeker ürünleri incelendiğinde,

kontrol numunesi ile fasulye proteinli, balkabağı proteinli (Bk), pirinç proteinli (P) ve pirinç-bezelye proteinli yumuşak şeker ürünleri arasında anlamlı bir fark olmadığı ( $p>0,05$ ) görülmüştür. %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünleri su aktivitesi değerleri incelendiğinde ise kontrol ürün numunesi ile benzer değerlerde yumuşak şeker ürün numunesi olmadığı görülmüştür.

Protein çeşidinin sabit olduğu ve protein oranlarının arttığı durumda yumuşak şeker ürünleri incelendiğinde ise; %3 protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinin su aktivitesinin %12 değerlerine göre daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle bezelye ve fasulye proteinli yumuşak şeker ürünlerinde %3 protein oranında su aktivitesi değerleri sırasıyla  $0,7029\pm0,0037$  ile  $0,6818\pm0,0010$  iken, %12 değerlerinde su aktivitesinin  $0,7471\pm0,0023$  ile  $0,7356\pm0,0028$  değerlerine ulaştığı görülmüştür.

Farklı protein içeriklerine sahip yumuşak şeker ürünlerinin su aktivitesi değerleri incelendiğinde 0,55-0,75 aralığında olduğu görülmektedir. Yapılan literatür araştırmalarında ise yumuşak şeker ürünleri için optimum su aktivitesi değer aralığında olduğu tespit edilmiştir (Stepien, 2023).

Yapılan su aktivitesi ölçüm analizlerinde bitkisel proteinlerde su tutma kapasitesinin düşük olduğu görülmektedir. Pirinç proteini hammaddesinin su tutma kapasitesinin düşük olmasından kaynaklı pirinç proteini kullanım oranı arttıkça su aktivitesi değerinin arttığı görülmektedir (Hoogenkamp vd., 2017). Balkabağı proteininde ise protein konsantresi hammaddelerinde su tutma kapasitesi düşük olmaktadır (Atuonwu vd., 2010). Bezelye proteini içerisindeki albümin suda çözünürlüğü bakımından oldukça yüksektir. Ancak albümin bezelye proteini içerisinde sadece %18-25 oranında bulunmaktadır. Prolamin, glutein ve globülin suda çözünmesi zor olan bileşenler olduğundan oranlarının yüksek olmasından kaynaklı su tutma kapasitesinin olumsuz olarak etkilediği bilinmektedir (Lu vd., 2019). Fasulye protein içerikli yumuşak şeker ürün sonuçlarının diğer protein içerikli yumuşak şeker ürünlerine göre daha düşük olduğu görülmektedir. Fasulye proteininde ise birçok bitkisel protein içerisinde su tutma kapasitesinin iyi olduğu bilinmektedir (Du vd., 2009). Suda çözünürlüğü yüksek olan bakla proteininde ise yapılan ölçümlerde su aktivitesi değerinin yüksek olduğu görülmüştür. Yapılan araştırmalarda da bakla proteininin su tutma kapasitesinin düşük olduğu bilinmektedir (Otegui vd., 2017).

### 4.3. Yumuşak Şeker Ürünlerinde Renk Ölçüm Analizleri

Renk ölçümleri Konica Minolta renk ölçüm cihazı (Spectrophotometer CM-26d) yardımı ile yapılmıştır. %3, 6, 9 ve 12 protein içeriklerine sahip yumuşak şeker örneklerinde 10'ar adet ölçüm alınmış olup analiz edilmiştir. Çizelge 4.3.1'de L değerleri, Çizelge 4.3.2'de a+ değerleri, Çizelge 4.3.3'de b+ değerleri ve Çizelge 4.3.4'de  $\Delta E$  değerlerine ait sonuçlar paylaşılmıştır.

Çizelge 4.3. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren ürünlerin L değerleri

Ürünler	%3 Protein içerikli yumuşak şeker	%6 Protein içerikli yumuşak şeker	%9 Protein içerikli yumuşak şeker	%12 Protein içerikli yumuşak şeker
<b>Kontrol Örneği</b>	28,795±0,770 <sup>Ad</sup>	28,795±0,770 <sup>Ae</sup>	28,795±0,770 <sup>Ad</sup>	28,795±0,770 <sup>Ad</sup>
<b>Bezelye</b>	50,970±1,330 <sup>Ba</sup>	53,030±0,523 <sup>Bc</sup>	52,110±1,852 <sup>Bc</sup>	66,820±1,584 <sup>Abc</sup>
<b>Fasulye</b>	60,155±1,153 <sup>Ba</sup>	72,315±0,304 <sup>Aa</sup>	73,465±0,021 <sup>Aa</sup>	75,530±1,457 <sup>Aa</sup>
<b>Bakla</b>	51,085±1,577 <sup>Cb</sup>	63,460±0,141 <sup>Bb</sup>	59,700±1,301 <sup>Bb</sup>	68,715±1,237 <sup>Ab</sup>
<b>Balkabağı</b>	31,005±0,587 <sup>Ad</sup>	29,790±0,269 <sup>Ae</sup>	31,095±0,431 <sup>Ad</sup>	32,790±2,093 <sup>Ad</sup>
<b>Pirinç</b>	39,950±0,028 <sup>Dc</sup>	49,665±0,615 <sup>Cd</sup>	55,120±0,071 <sup>Bc</sup>	63,010±0,692 <sup>Ac</sup>
<b>Bezelye-Pirinç</b>	39,400±1,768 <sup>Cc</sup>	51,360±0,127 <sup>Bcd</sup>	61,325±0,063 <sup>Ab</sup>	61,415±1,676 <sup>Ac</sup>

*A, B, C: Aynı satırda farklı büyük harflerle belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).*

*a,b,c: Aynı sütunda farklı küçük harf ile belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).*

%3, %6, %9 ve %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünleri Çizelge 4.3'de aynı sütundaki değerleri bakımından incelendiğinde kontrol ürün numunesi ile balkabağı ürün numunesi arasında parlaklık değer bakımından (L) anlamlı bir fark olmadığı gözlemlenmiştir ( $p > 0,05$ ).

Protein oranının artışına bağlı olarak aynı satırda incelenen verilerde ise; bezelye proteinli ürün numunesi %3, %6 ve %9 protein içeriğinde L değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmezken, %12 protein içeriğinde parlaklığın azaldığı görülmüştür. Fasulye proteinli ürün numunesinde ise %3 protein içeriğinde parlaklığı düşükken, %6, %9 ve %12 içerikli protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinde parlaklık değerinin arttığı ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ölçümlenmiştir ( $p > 0,05$ ). Pirinç, bakla ve bezelye-pirinç proteinli

yumuşak şeker ürününde ise protein oranı %3'den %12'ye çıktığında parlaklık değerinin arttığı görülmüştür.

Çizelge 4.4. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren ürünlerin a+ değerleri

Ürünler	%3 Protein içerikli yumuşak şeker	%6 Protein içerikli yumuşak şeker	%9 Protein içerikli yumuşak şeker	%12 Protein içerikli yumuşak şeker
<b>Kontrol Örneği</b>	0,310±0,014 <sup>Ab</sup>	0,310±0,014 <sup>Ae</sup>	0,310±0,014 <sup>Ad</sup>	0,310±0,014 <sup>Ae</sup>
<b>Bezelye</b>	1,135±0,148 <sup>Ca</sup>	2,095±0,007 <sup>Cb</sup>	3,605±0,586 <sup>Bbc</sup>	5,140±0,325 <sup>Aab</sup>
<b>Fasulye</b>	1,285±0,176 <sup>Ba</sup>	1,640±0,042 <sup>Bd</sup>	2,810±0,014 <sup>Ac</sup>	2,695±0,092 <sup>Acđ</sup>
<b>Bakla</b>	1,470±0,297 <sup>Ca</sup>	1,840±0,028 <sup>Cc</sup>	2,910±0,141 <sup>Bbc</sup>	4,015±0,120 <sup>Abc</sup>
<b>Balkabağı</b>	0,230±0,099 <sup>Bb</sup>	0,170±0,042 <sup>Bf</sup>	0,455±0,012 <sup>Bd</sup>	1,235±0,091 <sup>Ade</sup>
<b>Pirinç</b>	1,090±0,014 <sup>Da</sup>	2,200±0,000 <sup>Cb</sup>	3,885±0,205 <sup>Bab</sup>	4,730±0,071 <sup>Aab</sup>
<b>Bezelye-Pirinç</b>	1,440±0,042 <sup>Ca</sup>	3,040±0,042 <sup>BCa</sup>	4,715±0,120 <sup>ABa</sup>	5,890±1,103 <sup>Aa</sup>

*A, B, C: Aynı satırda farklı büyük harflerle belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).*

*a,b,c: Aynı sütunda farklı küçük harf ile belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).*

Çizelge 4.3'deki veriler doğrultusunda a+ değerleri, (kırmızıya yakın renk değerleri) incelendiğinde tüm yumuşak şeker ürünlerinin kırmızılık renk değerlerinin düşük olduğu gözlemlenmiştir. %3 protein içerikli ürünlerde kontrol ürün numunesinin, %3, %6, %9 ve %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinden daha düşük a+ değerine sahip olduğu görülmüştür. %6 protein içerikli yumuşak şeker ürünleri ile kontrol ürün numunesi değerleri arasında anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmiştir ( $p > 0,05$ ). %9 ve %12 balkabağı proteini içeren yumuşak şeker ürünleri ile kontrol ürün numunesi arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ( $p > 0,05$ ).

Yumuşak şeker ürünlerinde protein çeşidi sabit tutularak %3, %6, %9 ve %12 protein oranlarına göre değerlendirildiğinde ise protein oranı arttıkça kırmızılık (a+) değerinin arttığı ölçümlenmiştir. Pirinç ve bezelye-pirinç protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinde %3 protein içeriğinde a+ değeri sırasıyla 1,090±0,014 ve 1,440±0,042 iken, %12 protein içeriğine çıktığında ise a+ değerinin sırasıyla 4,730±0,071 ve 5,890±1,103 değerine ulaştığı görülmüştür.

Çizelge 4.5. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren ürünlerin b+ değerleri

Ürünler	%3 Protein içerikli yumuşak şeker	%6 Protein içerikli yumuşak şeker	%9 Protein içerikli yumuşak şeker	%12 Protein içerikli yumuşak şeker
<b>Kontrol Örneği</b>	3,400±0,141 <sup>Ad</sup>	3,400±0,141 <sup>Ae</sup>	3,400±0,141 <sup>Af</sup>	3,400±0,141 <sup>Ad</sup>
<b>Bezelye</b>	11,010±0,113 <sup>Cb</sup>	16,580±0,750 <sup>Bb</sup>	16,040±0,014 <sup>Bd</sup>	22,790±0,580 <sup>Aab</sup>
<b>Fasulye</b>	15,535±0,389 <sup>Ca</sup>	20,020±1,344 <sup>Ba</sup>	24,440±0,410 <sup>Aa</sup>	22,830±1,117 <sup>ABab</sup>
<b>Bakla</b>	12,235±2,453 <sup>Cab</sup>	15,780±0,424 <sup>BCbc</sup>	19,065±0,516 <sup>ABc</sup>	22,110±0,480 <sup>Aab</sup>
<b>Balkabağı</b>	3,725±0,785 <sup>Cd</sup>	6,910±0,283 <sup>Bd</sup>	8,060±0,552 <sup>ABe</sup>	9,775±0,473 <sup>Ac</sup>
<b>Pirinç</b>	6,575±0,445 <sup>Dcd</sup>	13,625±0,757 <sup>Cc</sup>	20,015±0,276 <sup>Bbc</sup>	23,190±0,113 <sup>Aab</sup>
<b>Bezelye-Pirinç</b>	8,120±0,889 <sup>Dbc</sup>	16,210±0,183 <sup>Cbc</sup>	20,940±0,141 <sup>Bb</sup>	25,200±1,216 <sup>Aa</sup>

*A, B, C: Aynı satırda farklı büyük harflerle belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır (p<0,05).*

*a,b,c: Aynı sütunda farklı küçük harf ile belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır (p<0,05).*

Çizelge 4.5’deki veriler doğrultusunda b+ değerleri (sarı renk değerleri) incelendiğinde, kontrol ürün numunesi ile %3 pirinç proteinli yumuşak şeker ürün numunesi arasında anlamlı fark olmadığı görülmüştür (p>0,05).

Protein çeşidi sabit tutularak, %3, %6, %9 ve %12 protein içeriğine bağlı artışlar incelendiğinde sarı renk değerinin protein oranı arttıkça (b+) arttığı gözlemlenmiştir. Şekil 4.3.1’de görüldüğü üzere protein oranının arttıkça sarı rengin arttığı görülmektedir. Balkabağı proteinli ürünlere ait ürünlerde b+ değerinin artmadığı görülmektedir, bunun sebebi balkabağı proteini rengi yeşil renk tonuna daha yakındır, b+ değeri sarı rengi temsil ettiğinden değerlerde farklılık gözlemlenmemiştir.

Çizelge 4.6. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren ürünlerin ΔE değerleri

Ürünler	%3 Protein içerikli yumuşak şeker	%6 Protein içerikli yumuşak şeker	%9 Protein içerikli yumuşak şeker	%12 Protein içerikli yumuşak şeker
<b>Kontrol Örneği</b>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>f</sup>	0 <sup>f</sup>	0 <sup>e</sup>
<b>Bezelye</b>	20,735±1,266 <sup>Bb</sup>	23,465±0,685 <sup>Bc</sup>	22,895±1,647 <sup>Bd</sup>	39,750±1,626 <sup>Ab</sup>
<b>Fasulye</b>	31,080±1,344 <sup>Ba</sup>	45,110±0,438 <sup>Aa</sup>	46,665±0,035 <sup>Aa</sup>	48,155±0,700 <sup>Aa</sup>

Çizelge 4.7. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren ürünlerin  $\Delta E$  değerleri (Devamı)

<b>Bakla</b>	20,600±1,301 <sup>Cb</sup>	34,760±0,156 <sup>Bb</sup>	31,045±1,492 <sup>Bb</sup>	41,290±0,590 <sup>Ab</sup>
<b>Balkabağı</b>	2,440±0,389 <sup>Cd</sup>	3,115±0,134 <sup>Bc</sup>	4,285±0,516 <sup>Be</sup>	6,670±0,460 <sup>Ad</sup>
<b>Pirinç</b>	9,930±0,113 <sup>Dc</sup>	19,910±0,735 <sup>Cd</sup>	26,575±0,007 <sup>Bc</sup>	34,990±0,085 <sup>Ac</sup>
<b>Bezelye- Pirinç</b>	9,730±1,655 <sup>Cc</sup>	22,130±0,170 <sup>Bc</sup>	33,265±0,064 <sup>Ab</sup>	34,215±1,605 <sup>Ac</sup>

A, B, C: Aynı satırda farklı büyük harflerle belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).

a,b,c: Aynı sütunda farklı küçük harf ile belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).

Çizelge 4.7’de  $\Delta E$  değerleri incelendiğinde ise protein çeşidi sabit kaldığında renk farklılıkları protein oranı arttıkça doğru orantılı olacak şekilde arttığı görülmektedir. Özellikle pirinç ve bezelye-pirinç protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinde protein oranı arttıkça renk farklılıklarının olduğu istatistiksel olarak görülmektedir ( $p > 0,05$ ).



Şekil 4.1. Farklı oranlar protein içeren ürünler

Şekil 4.1’de de görüldüğü üzere protein değeri arttıkça özellikle sarı rengin arttığı duyusal olarakta görülmektedir. %3, %6, %9 ve %12 protein içerikli yumuşak şeker ürün örneklerinde bezelye, fasulye, bakla, pirinç proteinlerinin a+ değerinin oldukça düşük olduğu görülmüştür.

Bunun sebebi ise bitkisel proteinlerin sarı rengi daha yüksek oranda bulundurmasından kaynaklıdır (Hoogenkamp vd., 2017). Bezelye proteini ise içerisindeki liyasın protein oranının yüksek olmasından kaynaklı hammadde renginde sarı renk baskındır. Pirinç proteini metiyonin proteini bakımından oldukça zengindir (Boye vd., 2010). Pirinç proteininde bulunan metiyonin proteini bezelye proteininde bulunan liyasine göre daha nötr bir renge sahip olduğu bilinmektedir. Bu nedenle bezelye proteinli ürünlerin renginde sarı değeri yüksek çıktığı görülmüştür (Wang vd. 2016). Balkabağı proteinli yumuşak şeker ürünlerinde özellikle yeşil rengin baskın olduğu duyusal olarak görülmektedir. Balkabağı proteini fonksiyonel özellikleri bakımından oldukça tercih edilir olsa da renk olarak kalitesi zayıftır (Atuonwu vd., 2010). Fasulye proteininde ise renk değerlerinin oldukça yüksek olduğu analiz sonuçlarında da görülmektedir. Fasulye proteini hammaddesinin renginin oldukça koyu renkli olmasından kaynaklı son ürün renklerinde de değerlerin yüksek bulunmasını açıklamaktadır (Thompson vd., 1976). Bakla proteininde yapılan renk ölçümü analizlerinde ise protein değeri arttıkça sarı rengin baskın olduğu görülmüştür (Maalouf vd., 2019).

#### 4.4. Yumuşak Şeker Ürünlerinin Tekstürel Analizleri

Kontrol ürün numunesi ve %3, %6, %9, %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinde tekstür analizleri (sertlik, yapışkanlık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik, elastikiyet, esneklik) yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 4.4.1, Çizelge 4.4.2, Çizelge 4.4.3 ve Çizelge 4.4.4’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren yumuşak şeker ürünlerin sertlik değerleri

Ürünler	%3 Protein içerikli yumuşak şeker	%6 Protein içerikli yumuşak şeker	%9 Protein içerikli yumuşak şeker	%12 Protein içerikli yumuşak şeker
<b>Kontrol Örneği</b>	533,500±31,424 <sup>Ae</sup>	533,500±31,424 <sup>Af</sup>	533,500±31,424 <sup>Ae</sup>	533,500±31,424 <sup>Af</sup>
<b>Bezelye</b>	819,310±99,885 <sup>Cb</sup>	790,540±31,944 <sup>Cde</sup>	1019,630±110,899 <sup>Bd</sup>	1487,370±90,339 <sup>Ad</sup>
<b>Fasulye</b>	797,0,20±204,561 <sup>Cbc</sup>	1853,580±134,902 <sup>Ba</sup>	2007,640±110,873 <sup>Ba</sup>	2955,910±214,406 <sup>Aa</sup>
<b>Bakla</b>	720,74±61,258 <sup>Cbcd</sup>	686,100±102,801 <sup>Cef</sup>	1237,220±126,290 <sup>Bc</sup>	1893,490±140,275 <sup>Ac</sup>
<b>Balkabağı</b>	597,620±70,625 <sup>Cde</sup>	1568,300±185,522 <sup>Bb</sup>	1484,990±156,751 <sup>Bb</sup>	2118,400±95,327 <sup>Ab</sup>
<b>Pirinç</b>	1013,670±84,946 <sup>Ba</sup>	946,050±59,603 <sup>Bd</sup>	1125,140±85,098 <sup>Ac</sup>	1199,610±54,324 <sup>Ac</sup>
<b>Bezelye-Pirinç</b>	645,090±93,654 <sup>Bcde</sup>	1172,380±57,355 <sup>Bc</sup>	1133,190±79,934 <sup>Ac</sup>	1745,780±104,772 <sup>Ac</sup>

A, B, C: Aynı satırda farklı büyük harflerle belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).

<sup>a,b,c</sup>: Aynı sütunda farklı küçük harf ile belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).

%3, %6, %9 ve %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünlerindeki sertlik değerine ait tekstürel analiz sonuçları Çizelge 4.8’de gösterilmiştir.

%3 protein içeren yumuşak şeker ürünlerinin tekstür analiz sonuçları incelendiğinde; sertlik değeri bakımından kontrol ürün numunesi ile balkabağı ve bezelye-pirinç proteinli içerikli yumuşak şeker ürünleri arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ( $p > 0,05$ ). %6 protein içeren yumuşak şeker ürünlerinin sonuçlarında; kontrol ürün numunesinin proteinli yumuşak şeker ürünleri ile bakla proteinli yumuşak şeker ürünü arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir ( $p > 0,05$ ). %9 protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinde kontrol ürün numunesi ile %3, %6, %9 ve %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünleri arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ( $p < 0,05$ ). %12 protein içerikli ürünler incelendiğinde, kontrol ürün numunesinin sertlik değeri, %3, %6, %9 ve %12 protein içerikli yumuşak şeker örneklerine göre daha yumuşak olduğu görülmektedir. %12 fasulye proteinli yumuşak şeker ürününün, %12 protein içeren tüm proteinli ürünlere kıyasla daha sert olduğu ve sertlik değerinin  $2955,910 \pm 214,406$  aralığında görülmektedir.

Sertlik değerleri protein oranına bağlı olarak incelendiğinde ise; protein oranı arttıkça sertlik değerinin arttığı ve ürünler arasında anlamlı farkların olduğu ölçümlenmiştir ( $p > 0,05$ ). Özellikle fasulye proteinli yumuşak şeker ürününün %3 protein içeriğinde  $797,020 \pm 204,561$  değer aralığındayken, %12 protein içerikli yumuşak şeker ürününde  $2955,910 \pm 214,406$  sertlik değerine ulaştığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren yumuşak şeker ürünlerinin elastikiyet değerleri

Ürünler	%3 Protein içerikli yumuşak şeker	%6 Protein içerikli yumuşak şeker	%9 Protein içerikli yumuşak şeker	%12 Protein içerikli yumuşak şeker
<b>Kontrol Örneği</b>	$0,356 \pm 0,142^{Aab}$	$0,356 \pm 0,042^{Aa}$	$0,356 \pm 0,042^{Aa}$	$0,356 \pm 0,042^{Aa}$
<b>Bezelye</b>	$0,364 \pm 0,140^{Aab}$	$0,398 \pm 0,070^{Aa}$	$0,314 \pm 0,039^{Aab}$	$0,119 \pm 0,008^{Bc}$
<b>Fasulye</b>	$0,417 \pm 0,090^{Aa}$	$0,327 \pm 0,026^{Ba}$	$0,311 \pm 0,027^{Bab}$	$0,118 \pm 0,007^{Cc}$
<b>Bakla</b>	$0,379 \pm 0,129^{Aab}$	$0,435 \pm 0,065^{Aa}$	$0,309 \pm 0,045^{ABab}$	$0,109 \pm 0,006^{Bc}$
<b>Balkabağı</b>	$0,398 \pm 0,083^{Aa}$	$0,338 \pm 0,026^{ABa}$	$0,292 \pm 0,048^{Bab}$	$0,118 \pm 0,006^{Cc}$

Çizelge 4.9. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren yumuşak şeker ürünlerinin elastikiyet değerleri (Devamı)

<b>Pirinç</b>	0,334±0,064 <sup>Bab</sup>	0,425±0,046 <sup>Aa</sup>	0,359±0,064 <sup>ABa</sup>	0,250±0,039 <sup>Cb</sup>
<b>Bezelye-Pirinç</b>	0,223±0,018 <sup>Ab</sup>	0,241±0,026 <sup>Aa</sup>	0,225±0,020 <sup>Ab</sup>	0,254±0,040 <sup>Ab</sup>

A, B, C: Aynı satırda farklı büyük harflerle belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).

a,b,c: Aynı sütunda farklı küçük harf ile belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).

%3, %6, %9 ve %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünlerindeki elastikiyet değerine ait tekstürel analiz sonuçları Çizelge 4.4.2’de gösterilmiştir.

Elastikiyet değeri incelenen yumuşak şeker ürünlerinde; kontrol ürün numunesi ile %3 bezelye, bakla ve pirinç proteinli yumuşak şeker ürün numunesi arasında anlamlı bir bulunmamaktadır ( $p > 0,05$ ). %6 protein içerikli yumuşak şeker ürün örnekleri ile kontrol numunesi arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir ( $p > 0,05$ ). %9 protein içerikli ürünler incelendiğinde, bezelye pirinç proteinli yumuşak şeker ürünü ile kontrol ürün numunesi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). %12 protein içerikli yumuşak şeker ürün örneklerinde ise; kontrol ürün numunesi ile %3, %6, %9 ve %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünleri arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ( $p < 0,05$ ).

Protein çeşidi sabit tutularak protein oranı artan duruma göre örnekler incelendiğinde; bitkisel protein oranı arttıkça elastikiyet değerinin azaldığı yapılan ölçümlerde görülmüştür.

Çizelge 4.10. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren yumuşak şeker ürünlerinin yapışkanlık değerleri

Ürünler	%3 Protein içerikli yumuşak şeker	%6 Protein içerikli yumuşak şeker	%9 Protein içerikli yumuşak şeker	%12 Protein içerikli yumuşak şeker
<b>Kontrol Örneği</b>	0,207±0,011 <sup>Ad</sup>	0,207±0,011 <sup>Ac</sup>	0,207±0,011 <sup>Abc</sup>	0,207±0,011 <sup>Aab</sup>
<b>Bezelye</b>	0,320±0,090 <sup>Abc</sup>	0,323±0,042 <sup>Aab</sup>	0,256±0,026 <sup>Aa</sup>	0,122±0,016 <sup>Bc</sup>
<b>Fasulye</b>	0,377±0,057 <sup>Aab</sup>	0,279±0,018 <sup>Bb</sup>	0,254±0,017 <sup>Ba</sup>	0,112±0,015 <sup>Cc</sup>
<b>Bakla</b>	0,348±0,095 <sup>Ab</sup>	0,289±0,049 <sup>ABb</sup>	0,227±0,034 <sup>Bab</sup>	0,095±0,012 <sup>Cc</sup>
<b>Balkabağı</b>	0,450±0,044 <sup>Aa</sup>	0,317±0,027 <sup>Bab</sup>	0,246±0,039 <sup>Cab</sup>	0,115±0,015 <sup>Dc</sup>
<b>Pirinç</b>	0,223±0,055 <sup>AcD</sup>	0,355±0,053 <sup>Ba</sup>	0,269±0,039 <sup>BCa</sup>	0,190±0,026 <sup>Cb</sup>
<b>Bezelye-Pirinç</b>	0,236±0,016 <sup>AcD</sup>	0,215±0,023 <sup>ABc</sup>	0,179±0,013 <sup>Bc</sup>	0,245±0,038 <sup>Aa</sup>

A, B, C: Aynı satırda farklı büyük harflerle belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).

*a,b,c: Aynı sütunda farklı küçük harf ile belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ).*

%3, %6, %9 ve %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünlerindeki yapışkanlık değerine ait tekstürel analiz sonuçları Çizelge 4.10'da gösterilmiştir.

%3 protein içerikli pirinç ve pirinç-bezelye proteinli yumuşak şeker ürün numuneleri ile kontrol ürün numunesi arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ). %6 protein içerikli yumuşak şeker ürün örneklerinde; kontrol ürün numunesi ile bezelye-pirinç proteinli yumuşak şeker ürünü arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ). %9 protein içerikli yumuşak şeker ürün örnekleri ile kontrol ürün numunesi arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ( $p<0,05$ ). %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinde ise, bezelye, fasulye, bakla, balkabağı, pirinç ve pirinç-bezelye proteinli yumuşak şeker örnekleri arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ).

Protein çeşidi sabit tutulup, protein oranının artışına göre incelenen yumuşak şeker ürünlerinde ise, protein oranı %3'ten %12 değerine doğru arttıkça ürünlerin yapışkanlık değerinin azaldığı görülmüştür.

Çizelge 4.11. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren yumuşak şeker ürünlerinin sakızimsılık değerleri

Ürünler	%3 Protein içerikli yumuşak şeker	%6 Protein içerikli yumuşak şeker	%9 Protein içerikli yumuşak şeker	%12 Protein içerikli yumuşak şeker
<b>Kontrol Örneği</b>	110,645±8,808 <sup>Ac</sup>	110,645±8,808 <sup>Ad</sup>	110,645±8,808 <sup>Ae</sup>	110,645±8,808 <sup>Ad</sup>
<b>Bezelye</b>	256,612±50,029 <sup>Ba</sup>	327,972±41,581 <sup>Ab</sup>	202,370±17,992 <sup>Cd</sup>	176,500±19,233 <sup>Cc</sup>
<b>Fasulye</b>	300,081±85,396 <sup>Ba</sup>	516,380±39,406 <sup>Aa</sup>	509,554±47,583 <sup>Aa</sup>	331,984±32,347 <sup>Ba</sup>
<b>Bakla</b>	252,265±77,885 <sup>ABa</sup>	199,534±52,098 <sup>Bc</sup>	278,782±30,261 <sup>Ac</sup>	187,688±14,030 <sup>Bc</sup>
<b>Balkabağı</b>	273,374±34,952 <sup>Ca</sup>	493,545±38,538 <sup>Aa</sup>	364,165±61,006 <sup>Bb</sup>	252,584±27,316 <sup>Cb</sup>
<b>Pirinç</b>	227,276±60,698 <sup>Bab</sup>	335,079±42,061 <sup>Ab</sup>	301,266±40,615 <sup>Ac</sup>	219,471±47,840 <sup>Bbc</sup>
<b>Bezelye-Pirinç</b>	151,739±21,596 <sup>Cbc</sup>	251,633±20,553 <sup>Bc</sup>	312,221±21,080 <sup>Abc</sup>	305,117±28,687 <sup>Aa</sup>

*A, B, C: Aynı satırda farklı büyük harflerle belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ).*

*a,b,c: Aynı sütunda farklı küçük harf ile belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ).*

%3, %6, %9 ve %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünlerindeki sakızimsılık değerine ait tekstürel analiz sonuçları Çizelge 4.11'de gösterilmiştir.

Sakızimsılık değerleri incelendiğinde; kontrol ürün numunesi ile %3 protein içeren yumuşak şeker ürünleri arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ( $p<0,05$ ).

Yapılan çalışmada protein çeşidi sabit tutularak farklı protein oranlarındaki sonuçlar incelendiğinde; yumuşak şeker ürünlerinde protein oranı arttığında öncelikle yumuşak şeker ürünlerinin sakızimsılık değerinin arttığı ardından bu değer düşüğü gözlemlenmiştir. Ürünlerin sertlik değeri ve iç yapışkanlık değerlerinin farklı olmasından kaynaklı, sakızimsılık değerleri kontrol ürün numunesi değerlerinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Çizelge 4.12. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren yumuşak şeker ürünlerinin çiğnenebilirlik değerleri

Ürünler	%3 Protein içerikli yumuşak şeker	%6 Protein içerikli yumuşak şeker	%9 Protein içerikli yumuşak şeker	%12 Protein içerikli yumuşak şeker
<b>Kontrol Örneği</b>	39,522±16,953 <sup>Ab</sup>	39,522±16,953 <sup>Ac</sup>	39,522±16,953 <sup>Ae</sup>	39,522±16,953 <sup>Ac</sup>
<b>Bezelye</b>	99,145±59,343 <sup>ABab</sup>	132,193±35,776 <sup>Aab</sup>	64,138±12,902 <sup>BCde</sup>	21,146±3,632 <sup>Cd</sup>
<b>Fasulye</b>	126,729±48,388 <sup>Aa</sup>	168,567±16,529 <sup>Aa</sup>	159,695±28,318 <sup>Aa</sup>	39,307±5,170 <sup>Bc</sup>
<b>Bakla</b>	103,802±14,173 <sup>Aab</sup>	89,806±71,936 <sup>ABbc</sup>	86,890±20,640 <sup>ABbcd</sup>	20,475±1,865 <sup>Bd</sup>
<b>Balkabağı</b>	113,058±32,001 <sup>Ba</sup>	167,015±17,310 <sup>Aa</sup>	108,783±34,688 <sup>Bbc</sup>	29,972±4,481 <sup>Ccd</sup>
<b>Pirinç</b>	79,135±12,964 <sup>BCab</sup>	142,985±28,953 <sup>Aab</sup>	109,391±28,922 <sup>ABb</sup>	60,799±11,767 <sup>Cb</sup>
<b>Bezelye-Pirinç</b>	33,835±6,277 <sup>Bb</sup>	61,170±11,341 <sup>Ac</sup>	70,467±10,248 <sup>Acde</sup>	77,795±15,416 <sup>Aa</sup>

A, B, C: Aynı satırda farklı büyük harflerle belirtilen örnekler arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ).

a,b,c: Aynı sütunda farklı küçük harf ile belirtilen örnekler arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ).

%3, %6, %9 ve %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünlerindeki çiğnenebilirlik değerine ait tekstürel analiz sonuçları Çizelge 4.12’de gösterilmiştir.

Çiğnenebilirlik bakımından incelenen yumuşak şeker ürünlerinde kontrol ürün numunesi ile %3 bezelye-pirinç proteinli yumuşak şeker ürünleri arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ). %6 bezelye-pirinç proteinli yumuşak şeker ürünü ile kontrol numunesi arasında anlamlı bir fark olmadığı ( $p>0,05$ ) görülmüştür. %9 pirinç ve bezelye-pirinç proteinli yumuşak şeker ürün örnekleri arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ). %12 protein içerikli fasulye ürünü ve kontrol ürün numunesi arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ).

Protein çeşidi sabit tutularak farklı protein oranlarındaki sonuçlar incelendiğinde; bezelye-pirinç proteinli yumuşak şeker ürün örneğinde protein oranı arttıkça çiğnenebilirlik değeri arttığı gözlemlenmiştir. Bezelye, fasulye, balkabağı, pirinç ve bakla proteini içeren yumuşak şeker ürünlerinde ise, çiğnenebilirlik değeri protein oranının artışına bağlı olarak azalmıştır.

Çizelge 4.13. Farklı protein çeşitleri ve oranları içeren yumuşak şeker ürünlerinin esneklik değerleri

Ürünler	%3 Protein içerikli yumuşak şeker	%6 Protein içerikli yumuşak şeker	%9 Protein içerikli yumuşak şeker	%12 Protein içerikli yumuşak şeker
<b>Kontrol Örneği</b>	0,097±0,006 <sup>AcD</sup>	0,096±0,006 <sup>AcD</sup>	0,096±0,006 <sup>Aa</sup>	0,096±0,006 <sup>Aa</sup>
<b>Bezelye</b>	0,132±0,042 <sup>Abcd</sup>	0,134±0,021 <sup>Ab</sup>	0,104±0,012 <sup>Aa</sup>	0,043±0,002 <sup>Bc</sup>
<b>Fasulye</b>	0,162±0,031 <sup>Aab</sup>	0,117±0,010 <sup>Bbc</sup>	0,103±0,008 <sup>Ba</sup>	0,044±0,002 <sup>Cc</sup>
<b>Bakla</b>	0,142±0,047 <sup>Aabc</sup>	0,120±0,024 <sup>ABbc</sup>	0,089±0,013 <sup>Bab</sup>	0,036±0,004 <sup>Cc</sup>
<b>Balkabağı</b>	0,186±0,041 <sup>Aa</sup>	0,133±0,015 <sup>Bab</sup>	0,099±0,016 <sup>Ba</sup>	0,047±0,007 <sup>Cc</sup>
<b>Pirinç</b>	0,081±0,024 <sup>BCd</sup>	0,154±0,031 <sup>Aa</sup>	0,106±0,018 <sup>Ba</sup>	0,070±0,008 <sup>Cb</sup>
<b>Bezelye-Pirinç</b>	0,089±0,008 <sup>AcD</sup>	0,083±0,010 <sup>ABd</sup>	0,070±0,006 <sup>Bb</sup>	0,093±0,017 <sup>Aa</sup>

<sup>A, B, C</sup>: Aynı satırda farklı büyük harflerle belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).

<sup>a, b, c</sup>: Aynı sütunda farklı küçük harf ile belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).

%3, %6, %9 ve %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünlerindeki esneklik değerine ait tekstürel analiz sonuçları Çizelge 4.13’da gösterilmiştir.

Kontrol ürün numunesi ile %3 bezelye-pirinç proteinli yumuşak şeker ürünü arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ( $p > 0,05$ ). %6 bezelye-pirinç proteinli ve kontrol ürün numunesi arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ( $p > 0,05$ ). %9 protein içerikli yumuşak şeker ürün örnekleri ile kontrol ürün numunesi arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ( $p > 0,05$ ). %12 proteinli yumuşak şeker ürünlerinden bezelye-pirinç ürün numunesi ile kontrol ürün numunesi arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ( $p > 0,05$ ).

Protein çeşidi sabit tutularak farklı protein oranlarındaki sonuçlar incelendiğinde, bezelye, fasulye, bakla, balkabağı ve pirinç proteinli yumuşak şeker ürünlerinde protein oranı arttıkça esneklik değerinin buna bağlı olarak azaldığı görülürken; bezelye-pirinç proteinli

yumuşak şeker ürününde esneklik değeri %6 ve %9 protein oranında azalıp, %12 protein oranında arttığı tespit edilmiştir.

Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde; Day vd. (2013) yaptığı çalışmada bitkisel kaynaklı proteinlerin, diğer protein kaynaklarına kıyasla tekstürel özelliklerinin daha sert bir profil sergilediğini belirtmiştir. Özellikle raf ömrü süresince 30 gün içerisindeki tekstürel durumları incelenen bitkisel proteinlerin özellikle sertlik değerlerinin 30 gün sonunda hızla arttığını tespit etmiştir.

#### 4.5. Yumuşak Şeker Ürünlerinde Erime Analizleri

35 ve 40°C’lerde olacak şekilde iki farklı sıcaklık değeri ile yapılan erime testleri kontrol numunesi ve %3, %6, %9 ve %12 protein içerikli ürün numunelerinde yapılmıştır.

Kontrol numunesi ve %3-6-9-12 oranında protein oranı değişen bezelye, fasulye, bakla, balkabağı, pirinç, pirinç-bezelye proteini içerikli yumuşak şeker ürün örnekleri 35°C ve 40°C’de 2 saat süre ile erlen içerisinde su banyosunda bekletilmiştir. Ürünlerde herhangi bir erime gözlemlenmemiştir.

#### 4.6. Yumuşak Şeker Ürünlerinde pH Ölçüm Analizleri

%3, %6, %9 ve %12 protein içeriklerine sahip ürünlerde pH değeri ölçümleri alınmıştır. Ölçüm sonuçlarına ait sonuçlar aşağıdaki Çizelge 4.14’de detaylı bir şekilde belirtilmiştir.

Çizelge 4.14. Farklı çeşitler ve oranlarda protein içeren yumuşak şeker ürünlerinin pH analiz sonuçları

Ürünler	%3 Protein içerikli yumuşak şeker	%6 Protein içerikli yumuşak şeker	%9 Protein içerikli yumuşak şeker	%12 Protein içerikli yumuşak şeker
<b>Kontrol Örneği</b>	3,39±0,04 <sup>Ae</sup>	3,39±0,04 <sup>Ac</sup>	3,39±0,04 <sup>Ad</sup>	3,39±0,04 <sup>Af</sup>
<b>Bezelye</b>	5,06±0,02 <sup>Bc</sup>	5,40±0,01 <sup>Aa</sup>	4,79±0,06 <sup>Cb</sup>	4,18±0,04 <sup>Dd</sup>
<b>Fasulye</b>	5,44±0,02 <sup>ABa</sup>	5,52±0,03 <sup>Aa</sup>	5,28±0,07 <sup>Ba</sup>	5,34±0,04 <sup>ABab</sup>
<b>Bakla</b>	5,44±0,02 <sup>Aa</sup>	5,47±0,04 <sup>Aa</sup>	5,06±0,05 <sup>Ba</sup>	5,50±0,04 <sup>Aa</sup>
<b>Balkabağı</b>	5,19±0,00 <sup>Ab</sup>	5,17±0,06 <sup>Ab</sup>	5,17±0,04 <sup>Aa</sup>	5,30±0,04 <sup>Ab</sup>
<b>Pirinç</b>	5,37±0,01 <sup>Aa</sup>	5,37±0,05 <sup>Aa</sup>	4,33±0,07 <sup>Cc</sup>	4,73±0,06 <sup>Bc</sup>
<b>Bezelye-Pirinç</b>	4,89±0,04 <sup>Bd</sup>	5,12±0,02 <sup>Ab</sup>	4,65±0,05 <sup>Cb</sup>	3,94±0,05 <sup>De</sup>

<sup>A, B, C</sup>: Aynı satırda farklı büyük harflerle belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).

<sup>a, b, c</sup>: Aynı sütunda farklı küçük harf ile belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).

%3 protein içerikli ürünlerin Çizelge 4.6.1’de pH analiz sonuçları değerlendirildiğinde, kontrol numunesi ile protein içerikli numuneler arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ). %6 protein içerikli yumuşak şeker ürün örneklerinde, bezelye, fasulye, bakla ve pirinç proteini içeren yumuşak şeker ürün örnekleri arasında anlamlı bir fark olmadığı gözlemlenmiştir ( $p>0,05$ ). %9 protein içerikli ürün örneklerinde; fasulye proteinli, bakla proteinli ve balkabağı proteinli yumuşak şeker örnekleri arasında anlamlı bir fark olmadığı gözlemlenmiştir ( $p>0,05$ ). %12 protein içerikli yumuşak şeker ürün örneklerinde; bezelye, bakla ve balkabağı proteinli yumuşak şeker örnekleri arasında anlamlı bir fark olmadığı gözlemlenmiştir ( $p>0,05$ ).

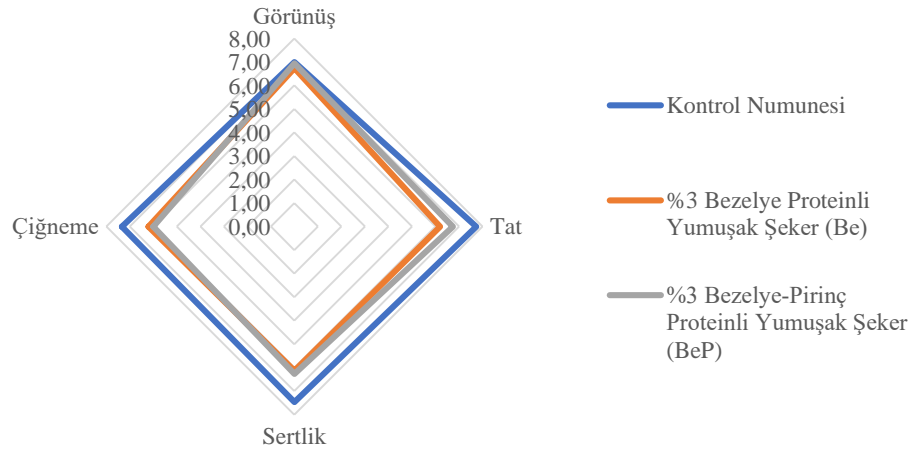
Protein çeşidi sabit tutularak farklı protein oranlarındaki sonuçlar incelendiğinde, bezelye ve bezelye-pirinç protein içeren yumuşak şeker ürünlerinde protein oranı arttıkça pH değerinin azaldığı görülmüştür. Bakla ve balkabağı proteinli yumuşak şeker ürünlerinde ise protein oranı arttıkça pH değerinin arttığı tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmada %3 ve %12 protein içeren yumuşak şeker ürünlerinde elde edilen pH analiz sonuçları 3,94-5,52 değerleri arasında değişmektedir. Lekahena vd. (2019) çalışmalarındaki verilerde ise protein içerikli ürün formülasyonları geliştirilirken ürün yapısına uygun pH değerinin 4,64-4,74 aralığında olması gerektiğini belirtmiştir. Lekahena vd. (2019) çalışmasındaki veriler; %9 protein içerikli bezelye-pirinç proteinli yumuşak şeker ürünü (pH: 4,65); %12 pirinç proteinli yumuşak şeker ürünü (pH: 4,73) ile sağlanmaktadır.

#### **4.7. Duyusal Değerlendirme Sonuçları**

%3, %6, %9 ve %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinde 15 kişilik panelist ekibi ile birlikte duyusal değerlendirme analizi yapılmıştır.

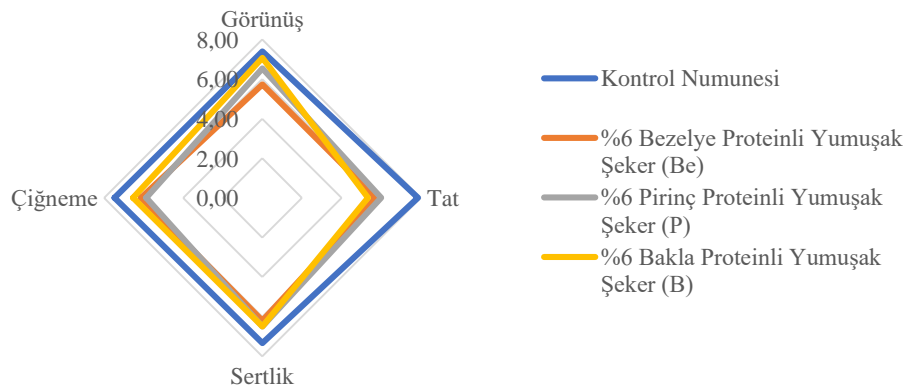
Duyusal değerlendirme analizleri %3 protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinde tekstürel olarak kontrol ürün numunesine kıyasla sonuçları en yakın çıkan ürünler arasında yapılmıştır.



Şekil 4.2. %3 protein içerikli yumuşak şeker ürünleri duyusal değerlendirme

Yapılan duyusal değerlendirmede, Şekil 4.2'deki gibi görünüş olarak ürünler birbirine yakın bulunurken, çiğneme, tat ve sertlik bakımından kontrol ürün numunesi tercih edilmiştir.

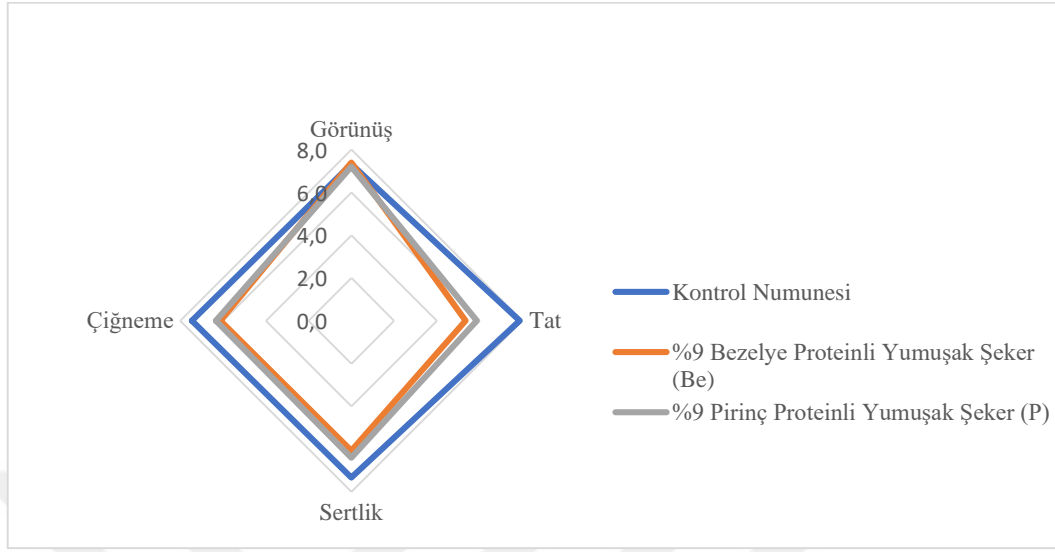
%6 içerikli protein içeren yumuşak şeker ürünleri arasında ise, bezelye, bakla ve pirinç içerikli proteinli yumuşak şeker ürünleri tekstürel olarak birbirine yakın bulunduğundan duyusal değerlendirme analizi de bu doğrultuda gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar şekil 4.3'de belirtildiği gibidir.



Şekil 4.3. %6 protein içerikli yumuşak şeker ürünleri duyusal değerlendirme

Görünüş olarak bakla ve kontrol ürün numunesi birbirine yakın sonuçlar verirken, çiğneme, tat ve sertlik bakımından kontrol ürün numunesi diğer çeşitlerden farklı bulunmuştur.

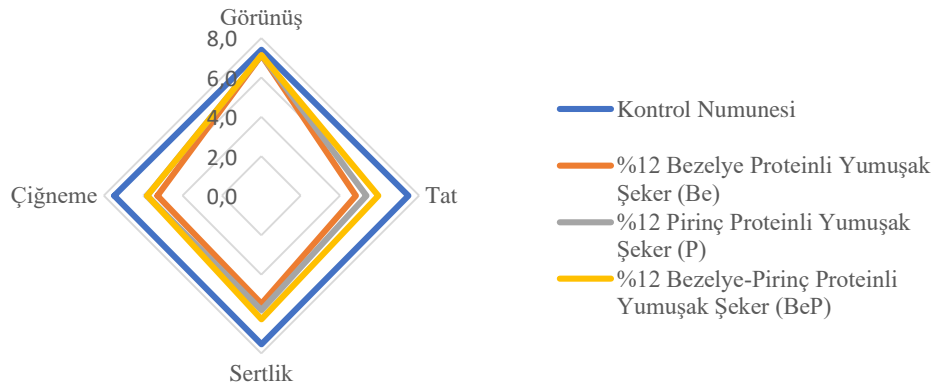
%9 protein içerikli bezelye ve pirinç proteinli yumuşak şeker ürünleri duyuşal değerlendirme olarak kıyaslandığında sonuçlar aşağıdaki Şekil 4.4'deki gibi bulunmuştur.



Şekil 4.4. %9 protein içerikli yumuşak şeker ürünleri duyuşal değerlendirme

Analiz sonuçlarına göre yine kontrol ürün numunesi ile bezelye ve pirinç proteinli yumuşak şeker ürünleri birbirine yakın bulunmuştur. Çiğneme, tat ve sertlik bakımından kontrol ürün numunesi diğer çeşitlerden daha yüksek puan almıştır.

Şekil 4.5'deki gibi %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünleri incelendiğinde; tekstür olarak birbirine yakın sonuçlar elde edilen bezelye proteinli, pirinç proteinli ve bezelye-pirinç proteinli yumuşak şeker ürünleri değerlendirilmiştir.



Şekil 4.5. %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünleri duyuşal değerlendirme

Kontrol ürün numunesi ile kıyaslanan ürünler görünüş olarak aynı sonuçları vermiştir. Çiğneme, tat ve sertlik bakımından kontrol ürün numunesi protein içerikli ürünlere kıyasla daha yüksek puan almıştır.

Yapılan tüm duyuşsal değerlendirme çalışmaları incelendiğinde bitkisel protein kaynağı içeren yumuşak şeker ürünlerde panelistlerden alınan yorumlar çoğunlukla acı tat ve kumsu bir yapı olduğu yönünde olmuştur. Bitkisel protein içeriği %3, %6, %9 ve %12 olacak şekilde kullanılarak geliştirilen yumuşak şeker ürünlerinde en çok alınan yorum %9 ve %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinden olmuştur. Burada panelistler özellikle acı (bitter) tadın baskın olduğunu, yapısında tane tane damakta kalan ürün bulunduğunu belirtmişlerdir. Day L. vd. (2019) yapmış olduğu çalışmada da elde edilen sonuçlar bu kanıyı desteklemektedir. Bitkisel protein içeriği arttıkça bitter ve buruk tadın artacağı ve fasulyemsi bir tadın ortaya çıkacağını belirtmiştir.

#### 4.8. Protein Analizi

Son üründe %3, %6, %9 ve %12 bitkisel protein içeriği hedeflenmiş yumuşak şeker ürünlerinde Kjeldahl Yöntemi ile protein analizi yapılmıştır. Bu metotta ürün içerisindeki azot miktarı tayin edilerek hesaplama metodu kullanılmıştır.

Çizelge 4.15. Bitkisel protein içerikli yumuşak şeker ürünlerine ait protein analizi sonuçları

Ürünler	%3 Protein içerikli yumuşak şeker	%6 Protein içerikli yumuşak şeker	%9 Protein içerikli yumuşak şeker	%12 Protein içerikli yumuşak şeker
<b>Kontrol Örneği</b>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
<b>Bezelye</b>	2,93±0,09 <sup>Da</sup>	5,85±0,04 <sup>Ca</sup>	9,27±0,05 <sup>Ba</sup>	12,04±0,05 <sup>Aab</sup>
<b>Fasulye</b>	2,93±0,03 <sup>Da</sup>	5,87±0,02 <sup>Ca</sup>	9,19±0,04 <sup>Bab</sup>	11,94±0,03 <sup>Ab</sup>
<b>Bakla</b>	2,87±0,03 <sup>Da</sup>	5,96±0,02 <sup>Ca</sup>	9,29±0,08 <sup>Bb</sup>	12,01±0,08 <sup>Aab</sup>
<b>Balkabağı</b>	3,01±0,02 <sup>Da</sup>	6,05±0,05 <sup>Ca</sup>	9,25±0,02 <sup>Ba</sup>	12,20±0,05 <sup>Aa</sup>
<b>Pirinç</b>	2,98±0,03 <sup>Da</sup>	5,85±0,02 <sup>Ca</sup>	9,15±0,06 <sup>Bab</sup>	11,90±0,06 <sup>Ab</sup>
<b>Bezelye-Pirinç</b>	2,93±0,06 <sup>Da</sup>	5,89±0,02 <sup>Ca</sup>	9,05±0,02 <sup>Bb</sup>	11,97±0,02 <sup>Ab</sup>

A, B, C: Aynı satırda farklı büyük harflerle belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).

a,b,c: Aynı sütunda farklı küçük harf ile belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).

Son ürün örneklerinde yapılan protein analiz sonuçlarına göre Çizelge 4.15’de de görüldüğü üzere son üründe hedeflenen %3, %6, %9 ve %12 protein değerlerinin elde edildiği görülmektedir.

#### 4.9. Hızlandırılmış Raf Ömrü Sonuçları

##### 4.9.1. Su Aktivitesi Analizi

Hızlandırılmış raf ömrü sonunda su aktivitesi ölçümleri tekrarlanarak Çizelge 4.8.1’de gösterilmiştir. Yapılan ölçümler varyans analizi ile incelenerek farklılıklar belirlenmiştir. Burada raf ömrü başlangıcındaki değerlere göre kıyaslandığında %3-%6-%9 protein içerikli ürün numunelerinde kuruma olduğunu su aktivitesi analizini doğrular nitelikteyken, %12 protein içerikli ürün numunelerinde ise su aktivitesi oranı arttığı görülmüştür. Tüm veriler Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Hızlandırılmış raf ömrü sonu yumuşak şeker ürünlerinin su aktivitesi değeri

Ürünler	Hız. Raf Ömrü Sonu %3 Protein İçerikli Yumuşak Şeker Ürünleri	Hız. Raf Ömrü Sonu %6 Protein İçerikli Yumuşak Şeker Ürünleri	Hız. Raf Ömrü Sonu %9 Protein İçerikli Yumuşak Şeker Ürünleri	Hız. Raf Ömrü Sonu %12 Protein İçerikli Yumuşak Şeker Ürünleri
<b>Kontrol Örneği</b>	0,6667±0,0047 <sup>Aa</sup>	0,6667±0,0047 <sup>Ab</sup>	0,6667±0,0047 <sup>Ad</sup>	0,6667±0,0047 <sup>Ac</sup>
<b>Bezelye</b>	0,6847±0,0061 <sup>Ca</sup>	0,7178±0,0047 <sup>Ba</sup>	0,7374±0,0041 <sup>Aa</sup>	0,7461±0,0008 <sup>Aa</sup>
<b>Fasulye</b>	0,6715±0,0019 <sup>Ca</sup>	0,7107±0,0008 <sup>Ba</sup>	0,7205±0,0040 <sup>Bb</sup>	0,7389±0,0031 <sup>Aa</sup>
<b>Bakla</b>	0,6737±0,0006 <sup>Ca</sup>	0,7162±0,0039 <sup>Ba</sup>	0,7161±0,0038 <sup>Bb</sup>	0,7316±0,0007 <sup>Aa</sup>
<b>Balkabağı</b>	0,6677±0,0078 <sup>Ca</sup>	0,7017±0,0055 <sup>Ba</sup>	0,7115±0,0009 <sup>Bbc</sup>	0,7327±0,0025 <sup>Aa</sup>
<b>Pirinç</b>	0,6757±0,0012 <sup>Ca</sup>	0,7169±0,0033 <sup>Aa</sup>	0,7006±0,0007 <sup>Bc</sup>	0,7119±0,0020 <sup>Ab</sup>
<b>Bezelye-Pirinç</b>	0,6716±0,0100 <sup>Ca</sup>	0,7053±0,0056 <sup>ABa</sup>	0,6979±0,0047 <sup>BCc</sup>	0,7311±0,0078 <sup>Aa</sup>

*A, B, C: Aynı satırda farklı büyük harflerle belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).*

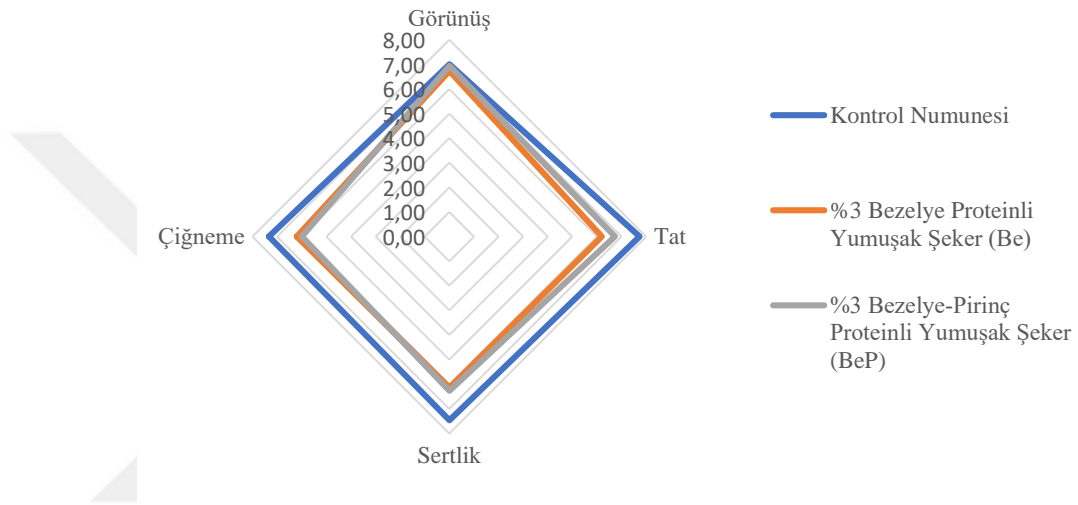
*a,b,c: Aynı sütunda farklı küçük harf ile belirtilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).*

Hızlandırılmış raf ömrü sonuçlarına göre kontrol ürün örneği ile %3, %6, %9 ve %12 protein içerikli yumuşak şeker ürün örneklerinin su aktivitesi değerleri arasında istatistiksel olarak fark olmayacak şekilde sonuçlar verdiği görülmüştür.

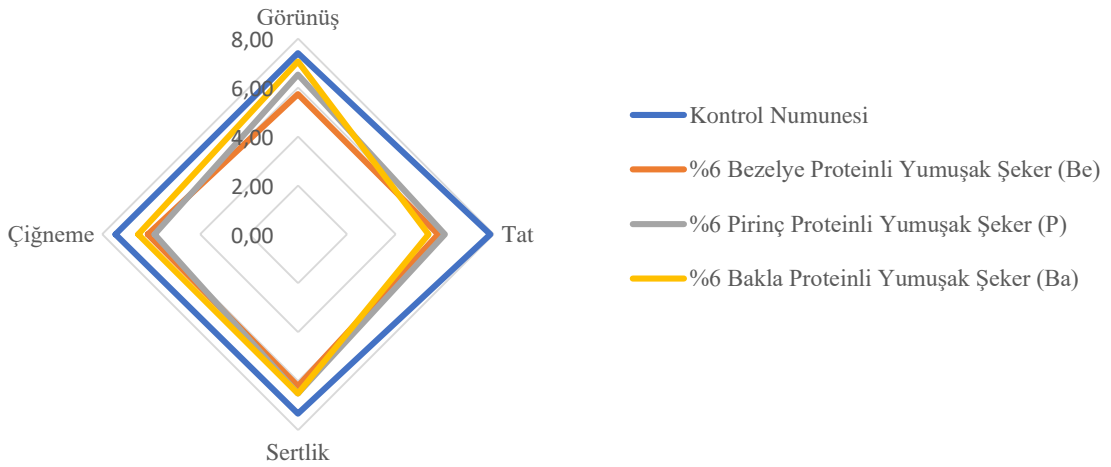
Hızlandırılmış raf ömründe bekletilen ürünlerin protein oranları arttıkça su aktivitesi değerlerinin arttığı istatistiksel olarak elde edilmiştir ( $p>0,05$ ).

#### 4.9.2. Duyusal Değerlendirme Sonuçları

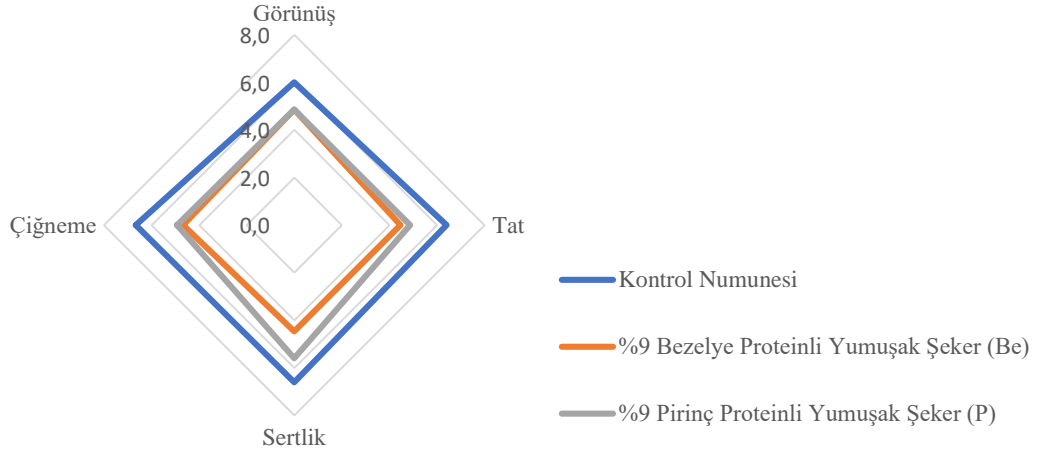
Hızlandırılmış raf ömrü sonunda duyusal analiz sonuçlarına ait değerlendirmeler aşağıda belirtilmiştir. Hızlandırılmış raf ömrü sonunda değerlendirilen yumuşak şeker ürünleri arasında başlangıç durumuna göre farklılıklar olduğu görülmüştür.



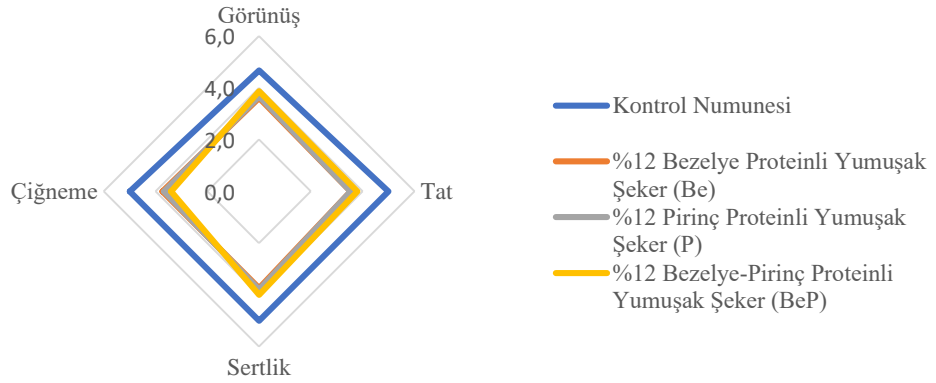
Şekil 4.6. Hızlandırılmış raf ömrü sonu %3 protein içerikli ürünlerde duyusal değerlendirme



Şekil 4.7. Hızlandırılmış raf ömrü sonu %6 protein içerikli ürünlerde duyusal değerlendirme



Şekil 4.8. Hızlandırılmış raf ömrü sonu %9 protein içerikli ürünlerde duyuusal değerlendirme



Şekil 4.9. Hızlandırılmış raf ömrü sonu %12 protein içerikli ürünlerde duyuusal değerlendirme



Şekil 4.10. Hızlandırılmış raf ömrü sonu ürün görselleri

Hızlandırılmış raf ömrü sonuçlarında ürün görsellerine ait Şekil 4.10'daki gibi ürünlerin yüzeylerinin kuruduğu görülebilmektedir. Duyusal değerlendirme verileri incelendiğinde ise Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'da da görüleceği üzere %12 protein içerikli ürünlerin, %3 protein içerikli ürünlere kıyasla daha az beğenildiği görülmüştür. %12 protein içerikli ürünlerde raf ömrü sonunda kumsu tadı arttığından tercih edilme oranını da etkilediği görülmüştür.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bezelye, fasulye, bakla, balkabağı, pirinç ve pirinç-bezelye bitkisel proteinleri kullanılarak %3, %6, %9 ve %12 protein oranları içeren yumuşak şeker ürünleri hazırlanmıştır. Hazırlanan yumuşak şeker ürünlerinde bitkisel proteinlerinin homojen çözünürlüğüne dikkat edilerek formülasyonlar belirlenmiştir. Farklı bitkisel protein ve oranlar içeren son ürünlere fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

Formülasyona eklenmiş olan tüm hammaddelerin homojen bir şekilde karışımlarının sağlanması kritiktir, homojen karışım içinde su oranı arttırıldıkça formülasyonun başlangıç briksinin düştüğü görülmektedir. %3, %6, %9 ve %12 oranlarda bitkisel protein içeren yumuşak şeker ürünlerine eklenen bitkisel proteinlerdeki pişme briksi, protein oranı arttıkça azalmıştır. %3 protein içerikli ürünlerde su aktivitesi 0,7 değerinin altında kalırken, %6, %9 ve %12 protein içerikli ürünlerde su aktivitesi 0,7 değerinin üzerinde olduğu görülmüştür.

Bitkisel protein içeren yumuşak şeker ürünlerinde yapılan alınan renk ölçüm değerlerinde ise protein oranı arttıkça, bitkisel protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinde renk farklılıkları elde edilmiştir. Renk analiz sonuçları da bu durumu doğrulamaktadır. %3 bezelye proteini içerikli yumuşak şeker ürünlerinde  $\Delta E$  değeri  $20,735 \pm 1,266$  değeri iken, %12 bezelye proteini içerikli yumuşak şeker ürününde  $39,750 \pm 1,626$  değeri elde edilmiştir. %3 pirinç proteini içerikli yumuşak şeker ürünlerinde  $\Delta E$  değeri  $9,930 \pm 0,113$  değeri iken, %12 pirinç proteini içerikli yumuşak şeker ürününde  $34,990 \pm 0,085$  değeri elde edilmiştir. %3 pirinç-bezelye proteini içerikli yumuşak şeker ürünlerinde  $\Delta E$  değeri  $9,930 \pm 1,655$  değeri iken, %12 pirinç-bezelye proteini içerikli yumuşak şeker ürününde  $34,215 \pm 1,605$  değeri elde edilmiştir. Pirinç ve pirinç-bezelye proteinli yumuşak şeker ürünlerine ait sonuçların birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. %3, %6, %9 ve %12 bitkisel protein içerikli tüm yumuşak şeker ürünlerinde protein oranı arttıkça  $\Delta E$  değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir.

Renk analizinde parlaklık değerinde ürünler içerisindeki protein oranı arttıkça parlaklık değerinin (L) arttığı ölçümlenmiştir. %3 bezelye, fasulye, bakla, balkabağı, pirinç ve pirinç-bezelye proteinli yumuşak şeker ürünlerinin L değerleri sırasıyla;  $50,970 \pm 1,330$ ,  $60,155 \pm 1,153$ ,  $51,085 \pm 1,577$ ,  $31,005 \pm 0,587$ ,  $39,950 \pm 0,028$ ,  $39,400 \pm 1,768$  iken %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinde L değerleri artarak  $66,820 \pm 1,584$ ,  $75,530 \pm 1,457$ ,  $68,715 \pm 1,237$ ,  $32,790 \pm 2,093$ ,  $63,010 \pm 0,692$ ,  $61,415 \pm 1,676$  olduğu tespit edilmiştir.

a+ yani kırmızılık değerleri incelendiğinde ise ürünlerin hammadde renk tonlarının sarıya yakın olması sebebiyle kırmızılık değerleri düşük çıkmıştır. Protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinde protein oranı arttıkça a+ değerinin arttığı tespit edilmiştir. b+ değerlerinde ise; Şekil 4.3.1’de de görüldüğü üzere hammadde renkleri sarıya yakın renkler içermektedir (balkabağı hammaddesi hariç tutulmuştur). Buna bağlı olarak b+ renk değerleri yüksek çıktığı görülmüştür. %3 protein içerikli yumuşak şeker ürünleri 6,575 ile 15,535 değerleri arasındayken, %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinin 22,110 ile 25,200 değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Balkabağı proteini, hammadde olarak rengi yeşil renge yakın olduğundan b+ değerleri; % 3 proteinli yumuşak şeker ürününde 3,725 iken %12 proteinli yumuşak şeker ürününde 9,775 değeri elde edilmiştir.

Yumuşak şeker ürünleri tekstürel özellikleri incelendiğinde ise; sertlik bakımından kontrol numunesinin en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. %3 bitkisel protein içerikli ürünlerde balkabağı ve bezelye-pirinç ürünleri 597,620g - 645,090g sertlik değeri aralığı ile kontrol numunesine (533,500g) en yakın sonuçları vermiştir. Protein oranı arttıkça tüm yumuşak şeker ürünlerine ait sertlik değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. %3 fasulye proteini içerikli yumuşak şeker ürünü 797,020g değerine sahip iken, %12 fasulye proteini içerikli yumuşak şeker ürünü 2955,910g değeri elde edilmiştir. Elde edilen verilerin literatür çalışmalarını desteklediği görülmüştür.

Yumuşak şeker ürünlerinde bezelye, fasulye, bakla, balkabağı ve pirinç protein oranı artışına bağlı olarak elastikiyet değerinin azaldığı tespit edilmiştir. % 3 protein içeren yumuşak şeker ürünlerinde elastikiyet değerleri 0,334-0,417 arasında belirlenirken, %12 protein içeren yumuşak şeker ürünlerinde elastikiyet değerleri 0,118-0,250 aralığında olduğu tespit edilmiştir. %3 bezelye-pirinç proteini içerikli yumuşak şeker ürünlerinde elastikiyet değerleri 0,223 iken %12 bezelye-pirinç proteini içerikli yumuşak şeker ürünlerinde elastikiyet değerleri 0,254 olarak bulunmuştur.

Yumuşak şeker ürünlerinde protein oranının artışı ile birlikte sertlik değerinin arttığı ve buna bağlı olarak çignenebilirlik değerinin azaldığı belirlenmiştir. Yumuşak şeker ürünlerinde bezelye, fasulye, bakla, balkabağı ve pirinç protein oranı artışına bağlı olarak çignenebilirlik değerinin de azaldığı tespit edilmiştir. %3 protein içeren yumuşak şeker ürünlerinde çignenebilirlik değerleri 79,135 ile 126,729 arasında iken, 12 protein içeren yumuşak şeker ürünlerinde çignenebilirlik değerlerinin 20,475 ile 60,799 arasında olduğu belirlenmiştir.

%3, %6, %9 ve %12 protein içerikli yumuşak şeker ürünlerine 35°C ve 45°C için erime testleri yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda ürünlerde erime görülmemiştir.

Protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinde pH değerleri 3,94 ile 5,52 değerleri arasında olduğu görülmüştür. Literatür çalışmalarında bitkisel protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinin pH değeri 4,64 ile 4,74 arasında olduğunda optimum ürünün elde edileceği bilgisi verilmiştir. %9 bezelye-pirinç proteinli yumuşak şeker ürünü ile %12 pirinç proteinli yumuşak şeker ürününün bu değerler arasında olduğu belirlenmiştir.

Duyusal değerlendirme analizlerinin tamamında kontrol ürün numunesi tercih edilmiştir. Bitkisel protein içerikli ürünlerin kumsu tat bırakmalarından dolayı tercih oranı düşmüştür. %3 protein içeriğinden %12 protein içeriğine çıkıldığında acı (bitter) tadın baskınlaştığı yine yapılan duysal değerlendirme sonuçlarında elde edilmiştir. %3 bezelye-pirinç ve % bezelye protein içerikli yumuşak şeker ürünleri tercih edilme oranlarının yüksek olduğu belirlenmiştir. Kontrol ürün numunesi tat değeri (1-9 üzerinden) 7,7 puan alırken, %3 bezelye ve %3 bezelye-pirinç protein içerikli yumuşak şeker ürünleri sırasıyla 6,2 ve 6,7 puan olarak tat olarak tercih edilme oranlarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. %6, %9 ve %12 bitkisel protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinde tat puanları 5,0 değerine düştüğü görülmüştür.

%3, %6, %9 ve %12 bitkisel protein içerikli yumuşak şeker ürünlerinde protein analizi yapılmıştır. Yapılan protein analizine ait sonuçların hedeflenen protein değerini karşıladığı tespit edilmiştir.

Hızlandırılmış raf ömrü sonuçları değerlendirildiğinde; bitkisel protein içeren yumuşak şeker ürünlerinde %3 protein içerikli su aktivitesi değerleri 0,6677 ile 0,6847 arasında iken, %12 protein içerikli su aktivitesi değerinin 0,7119 ile 0,7461 aralığına yükseldiği tespit edilmiştir.

Yumuşak şeker ürün örnekleri için tüm analiz sonuçları incelendiğinde protein oranı artışına bağlı olarak su aktivitesi, tekstürel, renk ve duysal değerlendirme sonuçlarına etkileri incelenmiştir. Bitkisel protein oranı artan yumuşak şeker ürünlerinde tekstürel özellikleri öncelikli olarak etkilendiğinden, tercih edilme oranının düştüğü duysal değerlendirme sonuçlarında belirlenmiştir. %3 ve %6 pirinç ve bezelye-pirinç proteinli yumuşak şeker ürünlerinin tekstürel, hem de duysal değerlendirme sonuçlarının kabul edilebilir olduğu tespit edilmiştir.

## KAYNAKLAR

- Aiking, H. (2011). Future protein supply. *Trends in Food Science & Technology*, 22(2-3),112-120.
- Altuğ, T. (2009). Gıda katkı maddeleri. *Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü* (1. Baskı) içinde (268 s). İzmir: Sidas Yayınları.
- Arogundade, L., Mu, T., Deng, F., Abegunde, O.K. and Su, M. (2014). Nutrition, gelation rheology and gel microstructure of isoelectric and ultrafiltered/diafiltered african yam bean (*Sphenostylis Stenocarpa*) protein isolates. *LWT - Food Science and Technology, Volume 59(2)*, 1018-1024.
- Arslan, N. (1994). Pektinin fizikokimyasal özellikleri, üretimi ve gıdalarda kullanımı. *The Journal of Food*, 19(3), 187-191.
- Aryan, R. (2024). Sugar confectionery market trends, future scope, overview, demands, growth opportunities and share analysis. 23 Nisan 2024, Erişim adresi <https://www.linkedin.com/pulse/sugar-confectionery-market-trends-future-scope-overview-aryan-raj-mmiwf#:~:text=The%20global%20Sugar%20Confectionery%20Market,the%20forecast%20period%202023%2D2030.>
- Asgar, M.A., Fazilah, A., Huda, N., Bhat, R. and Karim, A.A., (2010). Nonmeat protein alternatives as meat extenders and meat analogs. *National Center for Biotechnology Information*, 9(5), 513-529. doi: 10.1111/j.1541-4337.2010.00124.x.
- Atuonwu, A.C. and Akobundu, E.N.T. (2010). Functional and pasting properties of pumpkin (*Cucurbita Pepo*) seed products. *Journal of Agricultural and Veterinary Sciences*, 2, 36-46.
- Balkan, M., (1978). Ham maddelerde hızlı protein tayini. *The Journal of Food*, 3(2), 87-88.
- Bartkienė, E., Krunglevičiūtė, V. and Starkutė, V., (2015). The influence of lactic acid fermentation on proteins digestibility and biogenic amines formation in lupine and soybean. *Food Science and Technology*, 75, 180-186.
- Becerra-Tomás, N., Díaz-López, A., Rosique-Esteban, N., Ros, E., Buil-Cosiales, P., Corella, D. and Lamuela-Raventós, R. M. (2018). Legume consumption is inversely associated with type 2 diabetes incidence in adults: A prospective assessment from the predimed study. *Clinical Nutrition*, 37, 906-913.
- Boran, G. (2011). Bir gıda katkısı olarak jelatin: yapısı, özellikleri, üretimi, kullanımı ve kalitesi. *Gıda Dergisi*, 36(2), 97-104.
- Boye, J., Zare, F. and Pletch, A. (2010). Pulse proteins: processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Research International*, 43, 414-431.
- Çetiner, M. ve Bilek, S. (2019). Bitkisel protein kaynakları. *Çukurova Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 33(2), 111-126.
- Çopur, U. (1998). Bir jelleşme maddesi olarak pektin. *Gıda*, 13(4), 253-257.

- Dangi, P., Chaudhary, N., Paul, A., Prabha, S., Kumar, R. And Poonia A. (2022). Faba bean proteins: extraction methods, properties and applications. *Faba bean: chemistry properties and functionality* (1st ed.) (245-273). Switzerland: Springer Nature.
- Day, L. (2013). Proteins from land plants potential resources for human nutrition and food security. *Trends in Food Science & Technology*, 32(1), 25-42.
- Dorn, G.A., Savenkova, T.V., Sidorova, O.S. and Golub, O.V. (2015). Confectionery goods for healthy diet. *Foods and Raw Materials*, 3(1), 70–76. doi:10.12737/11240.
- Du, M., Xie, J., Gong, B., Xu, X., Tang, W., Li, X., Li, C. and Xie, M., (2009). Extraction, physicochemical characteristics and functional properties of mung bean protein. *Food Science and Technology*, 76, 131-140.
- Graham, H.D. (1977). *Food Colloids*. USA: Avi Publishing Company Inc. Wesport.
- Hamarat, H., Şahin, H., (2023). Bireylerin beslenme tercihlerinin değişimi: vegan, vejetaryen ve gluten free seçeneklerinin yükselişi. *Journal of Food*, 242-253.
- Hettiarachchy, N., Kannan, A., Schafer, C. and Wagner, G. (2013). Gelling of plant based proteins. *Product design and engineering: formulation of gels and pastes* (1st ed.) (221-230). Germany: Elsevier.
- Hoogenkamp, H., Kumagai, H. and Wanasundara, J.P.D. (2017). Sustainable protein sources, *Rice protein and rice protein products* (1st ed.) (47-65). USA: Elsevier.
- Hough, G. (2010). *Sensory Shelf Life Estimation of Food Products* (1st Edition). Florida: Taylor & Francis Group.
- Hurrell, R.F., Juillerat, M.A., Reddy, M.B., Lynch, S.R., Dassenko, S.A. and Cook, J.D., (1992). Soy protein, phytate, and iron absorption in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition* 56(3), 573-578.
- Innova Market Insights, 2023. Sweet Trends: Unveiling Tomorrow's Sugar Confectionery & Gum Landscape in US & Canada. 1 December 2023, Erişim adresi: <https://reports.innovamarketinsights360.com/Home/ReportDetails?From=reportsearch&ThemeId=0&GUID=4658F43B-150A-4826-90BA-2F071887B719&PageNo=0&CategoryId=0&SubTypeId=0&ReportTypeId=0&emailfulltext=False&emailkeyword=False&emailtitle=False&SubCategoryId=0&emailexactmatch=False&isCountryKeyword=False&AlertID=0&LeftfilterThemeId=0&CriteriaOrder=0&ReportID=0&TitleOnly=False&ismarketsizing=False&isconsumerinsights=False&CategoryThemeId=0&RegionThemeId=0&isspecific=False&RegionSubThemeId=0&CategorySubThemeId=0&isinfographic=False&TrendsThemeId=0&TrendsSubThemeId=0&ismarketsizingCasestudy=False&isinfographicCasestudy=False&isconsumerinsightsCasestudy=False&IsBPCHReports=False&IsPremium=False&IsBasic=False&IsExclusive=False&IsExtractFtsTitle=False&ContentOnly=False&TagOnly=False&CategoryInnerSubThemeId=0&isflaglanguage=False>.
- Lekahena, V. and Boboleha, M. (2019). The effects of sucrose substitution with sorbitol on physicochemical properties and sensory evaluation of seaweed jelly candy. *Advances in Engineering Research*, 194, 263-266.

- Lu, Z.X., He, J.F., Zhang, Y.C. and Bing, D.J. (2019). Composition, physicochemical properties of pea protein and its application in functional foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(15), 2593-2605.
- Maalouf, F., Hu, J.G., O'Sullivan, D.M., Zong, X.X., Hamwieh, A., Kumar, S. and Baum, M. (2019). Plant breeding. *Breeding and genomics status in faba bean (Vicia faba)* (1st ed.) (465-473). Lebanon: International center for agricultural research in the dry areas (Icarda).
- Mariotti, F. (2017). Plant protein, animal protein, and protein quality. *Vegetarian and Plant-Based Diets in Health and Disease Prevention*, 621-642.
- Miñarro, B., Albanell, E., Aguilar, N., Guamis, B. and Capellas, M. (2012). Effect of legume flours on baking characteristics of gluten-free bread. *Journal of Cereal Science*, 56(2), 476-481.
- Moure, A., Sineiro, J., Domínguez, H. and Parajó, J. C. (2006) Functionality of oilseed protein products: a review. *Food Research International*, 39(9), 945-963.
- Önder, H. (2022). Şekerleme üretiminde kullanılan hammaddeler ve fonksiyonel yumuşak şekerleme üretimi. *Aydın Gastronomy* 6(1), 65-78.
- Roy, F., Boye, J. I. and Simpson, B. K. (2010). Bioactive proteins and peptides in pulse crops: Pea, chickpea and lentil. *Food Research International*, 43(2), 432-442.
- Saldamlı, İ., Temiz, A. (2017). Amino asitler, peptitler, proteinler. *Gıda Kimyası* (5. Baskı) içinde (227-317). Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları.
- Seyhan, S., Nakilcioğlu, E. ve Ötleş, S. (2024). Geleceğin alternatif protein kaynakları: bitkiler. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 12(1), 153-174.
- Shen, L., Wang, X., Wang, Z., Wu, Y. and Chen, J. (2008). Studies on tea protein extraction using alkaline and enzyme methods. *Food Chemistry*, 107(2), 929-938.
- Song X., Chen Y., Sun H., Liu X., Leng X., (2021). Physicochemical stability and functional properties of selenium nanoparticles stabilized by chitosan, carrageenan, and gum arabic. *Carbohydrate Polymers*, 255(1), 117-379.
- Stapien, A. and Grzyb, K. (2023). Comparison of critical storage parameters of the powders containing soy protein isolate and inulin, based on the concepts: water activity and temperature of glass transition. *International Journal of Biological Macromolecules Volume 230*, 123-174.
- Thompson, L.U., Hung, L., Wang, N., Rasper, V.F. and Gade, H. (1976). Preparation of mung bean flour and its application in bread making. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal* 9(1), 1-5.
- Ünlü, D. ve Bayır, A. (2022). Koruyucu gıda katkı maddeleri ve sağlığa etkisi. *Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi*, 4, 55-68.
- Wang, K. ve Arntfield, S. (2016). Modification of interactions between selected volatile flavour compounds and salt-extracted pea protein isolates using chemical and enzymatic approaches. *Food Hydrocolloids*, 61, 567-577.

Yetim, H. (2001). *Gıda analizleri (ders notu)*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi.

