

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GIDA MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

AYÇİÇEĞİ PROTEİNİ ÜRÜNLERİNİN PÜSKÜRTMELİ
KURUTMA TEKNİKLERİ İLE ELDESİ VE BU
ÜRÜNLERİN ENDÜSTRİYEL ÖLÇEKTE YUMUŞAK
ŞEKERLEME YAPIMINDA KULLANIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zehranur ERDEMOĞLU

İstanbul
Mayıs-2024

T.C.

İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GIDA MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

AYÇİÇEĞİ PROTEİNİ ÜRÜNLERİNİN PÜSKÜRTMELİ
KURUTMA TEKNİKLERİ İLE ELDESİ VE BU ÜRÜNLERİN
ENDÜSTRİYEL ÖLÇEKTE YUMUŞAK ŞEKERLEME
YAPIMINDA KULLANIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zehranur ERDEMOĞLU

Tez Danışmanı
Doç. Dr. İbrahim GÜLSEREN

İstanbul
Mayıs-2024

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gıda Mühendisliği Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman Doç. Dr. İbrahim GÜLSEREN

Üye Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YILDIZ

Üye Dr. Öğr. Üyesi Halime PEHLİVANOĞLU

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Prof. Dr. Erhan İÇENER
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “**Ayçiçeği Proteini Ürünlerinin Püskürtmeli Kurutma Teknikleri ile Eldesi ve Bu Ürünlerin Endüstriyel Ölçekte Yumuşak Şekerleme Yapımında Kullanımı**” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

Zehranur ERDEMOĞLU

ÖN SÖZ

Bu çalışma; TAGEM-21/AR-GE/23 numaralı, “Endüstriyel yan ürünlerden bitkisel protein izolatları üretimi ve bu izolatların pilot ve endüstriyel ölçekte yumuşak şeker üretiminde değerlendirilmesi” adlı yürütülen projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Yüksek Lisans eğitim süresince ve çalışmanın her aşamasında bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Sayın Hocam Doç. Dr. İbrahim GÜLSEREN’e teşekkürlerimi sunuyorum.

Proje kapsamında endüstriyel ölçekte üretimde pilot tesislerini açan ve yardımcı olan Kervan Gıda ve Ar-Ge ekibine teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Zeynep Saliha GÜNEŞ’e ve Arş. Gör. Hatice Ebrar KIRTIL’a teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasında desteklerini ve sevgilerini hissettiğim, özellikle tez yazma sürecinde benim için fedakarlıklarını esirgemeyen kıymetli babam Faruk ÖZGÜLER ve canım annem Nigar ÖZGÜLER’e çok teşekkür ederim.

Değerli eşim Arif Kaan ERDEMOĞLU’na desteklediği ve yanımda olduğu için çok teşekkür ederim. Ve son olarak bu süreçte benimle oynayacağı oyunları erteleyip sabreden canım oğlum Said Alp ERDEMOĞLU’na teşekkür ederim.

Zehranur ERDEMOĞLU

İstanbul-2024

ÖZET
AYÇİÇEĞİ PROTEİNİ ÜRÜNLERİNİN PÜSKÜRTMELİ
KURUTMA TEKNİKLERİ İLE ELDESİ VE BU ÜRÜNLERİN
ENDÜSTRİYEL ÖLÇEKTE YUMUŞAK ŞEKERLEME
YAPIMINDA KULLANIMI
Zehranur ERDEMOĞLU

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği

Tez Danışmanı: Doç. Dr. İbrahim GÜLSEREN

Mayıs, 2024- 102 Sayfa

Sağlıklı beslenme isteği toplumun bilinçlenmesi ile gün geçtikçe artan bir taleptir. Yumuşak şekerlemeler daha çok çocuklarca tercih edilen ama ebeveynlerin mesafeli yaklaştığı bir ürün grubu olarak bilinmektedir. Gıdaların zenginleştirilmesi, hem faydalı ürün talebine cevap veren hem de hedef gruba cazip gelen ürünlerde yapılan çalışmalar ile geliştirilen ürünleri içermektedir. Bu çalışma ile ülkemizde şekerleme piyasasındaki ürünleri proteince zenginleştirme alanında çalışmalar yapmak ve bunu nispeten düşük maliyetli ve kolay elde edilen bitkisel kaynaklar kullanarak yürütmek amaçlanmıştır. Alternatif olarak birçok bitkisel protein kaynağı içinde; yağı alındıktan sonra yan ürün olarak kalan ay çekirdeği posası; önemli bir protein kaynağı olarak meydana çıkmaktadır. Yapılan araştırmalara göre ayçiçeği tohumlarının yağ ekstraksiyon sonrası küspede kalan protein oranının %40-50 aralığında olduğu ve küspeden uygun çözücülerle yağ uzaklaştırma işlemi de yapıldığında bu oranın %53-66 aralığına yükseldiği bulgulanmıştır (Gonzalez-Perez ve Vereijken, 2007).

Bu çalışmada, protein ürünlerinin eldesinde püskürterek kurutma ve dondurarak kurutma tekniği karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Belirlenen pektin bazlı yumuşak şekerleme formülasyonuna; %1 ve %2 oranında ve her iki tür kurutma tekniği uygulanmış ayçiçeği protein tozu eklemesi yoluyla şekerleme denemeleri hazırlanmıştır. Numuneler; deneyimli panelist grup ile duyusal analize tabi tutulmuş ve katılımcıların ortalamanın üzerinde kabul ve beğenisi kaydedilmiştir (N=21, \bar{X} =3,12; Ss= 1,02; Min.=1; Max.=5).

Endüstriyel ölçekteki denemelerde, her iki kurutma türüne ait ayçiçeği protein tozları beraber kullanılmıştır. Elma ve kola aromalı olmak üzere iki çeşit %2 protein ilaveli yumuşak şekerleme ürünü üretilmiştir. Bu numunelerin duyuşal ve tekstürel olarak değerlendirilmesi yapılmış ve referans numune ile karşılaştırma yürütölmüştür. Referans numuneye göre protein ilavesinde; görünüşte daha basıklık, renkte daha koyuluk, tekstür olarak daha yumuşaklık ve ağızda bıraktığı kumsu his gibi olumsuzluklar kaydedilirken, protein ilaveli numuneler arasında aroma ve renk eklenmesi görünüş ve tatta iyileşmeye katkı sağlamıştır. Sonuç olarak bitkisel proteince zenginleştirilmiş yumuşak şekerlemelerin, kabul edilebilir duyuşal özelliklere sahip olduğu ve ticarileşmeye elverişli nitelikte hazırlandığı değerlendirilmiştir (N=30, \bar{X} =3,86; Ss=0,97; Min.=1; Max.=5) .

Şekerleme ürünleri, ürün zenginleştirme çalışmaları için uygun bir potansiyel ortam olarak karşımıza çıkmaktadır. Zaman içinde bu konudaki çalışmaların artacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ayçiçeği Proteini, Püskürtmeli Kurutucu, Yumuşak Şekerleme, Endüstriyel Üretim, Yan Ürünlerin Değerlendirilmesi

ABSTRACT

MANUFACTURE OF SUNFLOWER PROTEIN PRODUCTS VIA SPRAY DRYING TECHNIQUES AND THEIR UTILIZATION IN SOFT CONFECTIONERY PRODUCTION ON AN INDUSTRIAL SCALE

Zehranur ERDEMOĞLU

Master of Science, Food Engineering

Thesis Advisor: Assoc. Prof. İbrahim GÜLSEREN

May, 2024 - 102 Pages

Globally there is an increasing interest in healthy diets due to the increasing awareness of society in diet-health relationships. Soft Confections are regarded as a product category that is commonly preferred by children while being approached cautiously by their parents. Food fortification efforts generates products that respond to the demand for more beneficial products and are fairly appealing to the target group. This study aims to enrich confectionery products in protein content and to conduct this task using relatively low-cost and easily accessible plant-protein products. Among the various plant-based protein sources, sunflower seed meal, which remains as a by-product after oil extraction, and emerges as a significant protein source. According to current research, protein content in sunflower seed meal after oil extraction is in the range of 40-50%, and when the oil removal process is carried out with suitable solvents, this ratio increases to 53-66% (Gonzalez-Perez and Vereijken, 2007).

In this study, firstly, spray drying and freeze drying techniques were comparatively examined in the production of sunflower protein products. Soft Confections were prepared via the addition of 1% or 2% sunflower protein powder, prepared through either drying techniques, to a predetermined pectin-based soft candy formulation. The samples were subjected to sensory analysis by an experienced and trained panel group, and the acceptance levels of participants were recorded as above average (N=21, \bar{X} =3,12; Ss= 1,02; Min.=1; Max.=5).

In industrial-scale trials, as well, sunflower protein powders from both drying techniques were utilized.

Two types of cola and apple flavors have been added to soft confectionery products containing 2% protein. These samples were evaluated on the basis of sensory and textural analyses along with appropriate controls and references. Protein-fortified samples exhibited certain drawbacks such as a more compressed appearance, darker color, softer texture, and a sandy feeling in the mouth. However, among the protein-fortified samples, the addition of flavor and color contributed to improvements in appearance and taste.

In conclusion, it has been evaluated that soft enriched with sunflower proteins demonstrated acceptable sensory properties and are suitable for industrial manufacture techniques ($N=30$, $\bar{X}=3,86$; $Ss=0,97$; $Min.=1$; $Max.=5$). Confectionery products present a suitable potential medium for protein fortification studies.

Keywords: Sunflower Protein, Spray Dryer, Soft Candy, Industrial Production, Valorization of By-Products

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ.....	ii
ÖN SÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR	xiiiv
BİRİNCİ BÖLÜM	
GİRİŞ	1
İKİNCİ BÖLÜM	
LİTERATÜR TARAMASI	5
2.1. Proteinler ve Proteinlerin Fonksiyonel Gıdalarda Kullanımı.....	5
2.1.1. Alternatif Protein Kaynağı Olarak Yağlı Tohum Posaları	6
2.1.1.1. Ayçiçeği Tohumları	7
2.1.1.2. Ayçiçeği Proteininin Özellikleri	9
2.2. Proteinlerin Ürünlerinin Üretilmesi	11
2.2.1. Proteinlerin Dispersiyonlarının Kurutulması	12
2.2.2. Püskürtmeli Kurutma Tekniği	12
2.2.3. Dondurarak Kurutma (Liyofilizasyon).....	14
2.3. Yumuşak Şekerleme Üretimi	16
2.3.1. Kullanılan Hammaddeler arasındaki Etkilerin İncelenmesi.....	17
2.3.1.1. Pektinin Jelleşme Mekanizması	19

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ	22
3.1. Materyal ve Ekipmanlar	22
3.2. Yağı Alınmış Ayçiçeği Tohumu Küspesinden Protein Ekstraksiyonu	22
3.3. Püskürtmeli Kurutucu ve Liyofilizatör Kullanılarak İzolatların Toz Haline Getirilmesi.....	26
3.4. Pektin Bazlı Yumuşak Şekerleme Yapımı ve Protein Ürünlerinin Eklenmesi ...	28
3.5. Püskürtmeli Kurutucu ve Liyofilizasyon ile Elde Edilen Ayçiçeği Proteinini Tozları Eklenmiş Yumuşak Şekerlemelerin Duyusal Analizi	31
3.5.1. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi	31
3.6. Endüstriyel Ölçekte Proteinli Yumuşak Şekerleme Üretimi.....	32
3.6.1. Yumuşak Şekerlemelerin Duyusal Analizi	36
3.6.2. Yumuşak Şekerlemelerin Tekstürel Analizi	38

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR ve TARTIŞMA	39
4.1. Protein Ürünlerinin Elde Edilmesi	39
4.2. Ayçiçeği Proteinince Zenginleştirilmiş Yumuşak Şekerleme Üretimi	45
4.3. Üretilen Ayçiçeği Proteinince Zenginleştirilmiş Yumuşak Şekerlemelerin Duyusal Analiz ile Karşılaştırılması	47
4.4. Endüstriyel Ölçekte Proteinli Yumuşak Şekerleme Üretimi	52
4.4.1. Yumuşak Şekerlemelerin Duyusal Analizi	55
4.4.2. Yumuşak Şekerlemelerin Tekstürel Analizi	58

SONUÇ	60
--------------------	-----------

KAYNAKÇA	62
-----------------------	-----------

EKLER	73
--------------------	-----------

ÖZGEÇMİŞ	103
-----------------------	------------

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1: Ayçiçeği Tohumunun Yapısındaki Bileşimler ve Miktarları	8
Tablo 2.2: Ayçiçeği Tohumunun Yapısındaki Amino asitler ve Miktarları	9
Tablo 3.1: Yumuşak Şekerlemelerin Bileşimi ve Miktarı	28
Tablo 3.2: Duyusal Analizde Uygulanan Puanlama Testi	31
Tablo 3.3: Endüstriyel Ölçekte Üretimi Sağlanan Yumuşak Şekerlemelerin Bileşimi ve Miktarı	34
Tablo 4.1: Laboratuvar Ölçekli Proteince Zenginleştirilmiş Yumuşak Şekerlemelerin Duyusal Analiz Sonuçları.....	48
Tablo 4.2: Duyusal Analizde Panelistlerin Protein İçeriğine Göre Renk Puanlamalarının ANOVA Test Sonuçları	49
Tablo 4.3: Endüstriyel Üretimli Proteince Zenginleştirilmiş Yumuşak Şekerlemelerin Duyusal Analiz Sonuçları.....	55
Tablo 4.4: Endüstriyel Üretimli Proteince Zenginleştirilmiş Yumuşak Şekerlemelerin Tekstürel Analiz Sonuçları.....	59

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Püskürtmeli Kurutma Sisteminin Şematik Gösterimi	13
Şekil 2.2: Protein İzolatlarının Kurutulmasında Kullanılan Liyofilizatör.....	15
Şekil 2.3: Yurt Dışında Satılan Protein Katkılı Yumuşak Şekerleme Örnekleri.....	17
Şekil 3.1: Yağı alınmış Ayçiçeği Küspesinin Öğütülmüş Hali.....	22
Şekil 3.2: pH:9,5 'da Dispersiyonun Karıştırılıp Santrifüj Tüplerine Alınması.....	23
Şekil 3.3: Santrifüj sonrası İstenmeyen Çökeltinin Uzaklaştırılması.....	24
Şekil 3.4: Süpernatantın Filtre Kağıdından Geçirilmesi ve pH 4,5'da Çökelmenin teşvik Edilmesi.....	24
Şekil 3.5: Protein İzolatlarının Çökmesi için Santrifüj Öncesi ve Sonrası.....	25
Şekil 3.6: AE-İÇ ekstraksiyon yöntemi ile Elde Edilen Ayçiçeği Protein İzolatları..	25
Şekil 3.7: Çalışmada Kullanılan Unopex B 15 Mini Spray Dryer (TR)	26
Şekil 3.8: Çalışmada Püskürtmeli Kurutma ile Elde Edilen Protein Tozu.....	27
Şekil 3.9: Çalışmada Liyofilizatör Kullanılarak Elde Edilen Protein Tozu	27
Şekil 3.10: Yumuşak Şeker Yapım Şeması.....	29
Şekil 3.11: Yumuşak Şekerlerin Pişirilmesi.....	30
Şekil 3.12: %1 ve %2 Ayçiçeği Proteini Eklenmiş Şekerleme Örnekleri.....	30
Şekil 3.13: Duyusal Analiz İçin Hazırlanan Şekerleme Örnekleri.....	30
Şekil 3.14: Kervan Gıda Ar-Ge Merkezi Pilot Tesisi.....	32
Şekil.3.15: Khandaby Laboratory Bach Cooker ile Şekerleme Hamurunun Karıştırılması	33
Şekil.3.16: Khandaby Laboratory Bach Cooker, Şekerleme Hamurunun Pişirilmesi .	33
Şekil.3.17: Şekerlemelerde Kullanılan Renk ve Aromanın Eklenmesi.....	34
Şekil.3.18: Nişasta Tabanlı Tepsilere Kalıpların Basılması.....	35
Şekil.3.19: Kalıplara Yumuşak Şekerlemelerin Dökülmesi.....	35

Şekil.3.20: Yumuşak Şekerlemelerin 48 Saat Oda Sıcaklığında Dinlendirilmesi.....	36
Şekil.3.21: Duyusal Analizde Sunulan Örnekler.....	37
Şekil.3.22: Duyusal Analizde Kullanılan Puanlama Testi.....	37
Şekil.3.23: Yumuşak Şekerlemelerin Tekstürel Analizinde Kullanılan Stable Micro Systems TA.XT Plus Doku Analiz Cihazı.....	38
Şekil 4.1: Spray Dryer ile Elde Edilen Protein ve Liyofilizasyon ile Elde Edilen Protein Arasındaki Renk Farkı.....	41
Şekil 4.2: Liyofilize ve Spray Dryer Protein Tozu Eklenmiş Şekerleme Örnekleri...	43
Şekil 4.3: Spray Dryer' da Gözlenen Kollektörde Nemlenme ve Sistemin Parçalarında Ürünün Yapışması Sorunu.....	44
Şekil 4.4: Yumuşak Şekerlemelerde İstenmeyen Yumuşak Jölemsi Yapının Kalıptan Çıkarılmış Hali ve Olması Gereken Yumuşak Şekerleme Yapısı.....	45
Şekil 4.5: Numunelerdeki Renk Farkı ve Protein Eklenmemiş Numune.....	46
Şekil 4.6: Yumuşak Şekerlemelerin %2 (sol) ve %1 (sağ) Protein Ürünü Eklenmiş Görüntüsü.....	47
Şekil 4.7: Laboratuvar Ölçekli Proteince Zenginleştirilmiş Yumuşak Şekerlemelerin Duyusal Analiz Sonuçları Grafiği.....	51
Şekil 4.8: Endüstriyel Ölçekte Üretilen Proteinli Kola Aromalı Şekerleme.....	53
Şekil 4.9: Endüstriyel Ölçekte Üretilen Proteinli Elma Aromalı Şekerleme.....	54
Şekil 4.10: Protein İçermeyen Referans Numune	56
Şekil 4.11: Aroma İçermeyen Proteinli Numune	56
Şekil 4.12: Duyusal Analiz Sonuçları Grafiği.....	57

SEMBOLLER ve KISALTMALAR

kDa	Kilodalton
rpm	Revolutions per minute
μm	Mikrometre
LMP	Low Methoxyl Pectin (Düşük Metoksilli Pektin)
HMP	High Methoxyl Pectin (Yüksek Metoksilli Pektin)
CGA	Chlorogenic Acid (Klorojenik Asit)
SFM	Sunflower Meal (Ayçiçeği Küspesi)
NaOH	Sodyum Hidroksit
Ss	Standart Sapma
\bar{x}	Ortalama

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Dünyada öne çıkan kalkınma hedeflerine bakıldığında; açlık sorununun çözümü, sağlığın korunması ve sürdürülebilir gıda kaynaklarının artırılması gibi taleplere cevap veren çalışmalara ihtiyaç vardır. Dünya nüfusu giderek artmakta ve 2050 yılında yaklaşık 9,7 milyara çıkacağı öngörülmektedir (Birleşmiş Milletler, 2019). Global nüfus ile orantılı olarak yeterli beslenme için vücudun alması gereken karbonhidratlar, proteinler, yağlar, vitaminler ve mineraller gibi besin unsurları kaynakları gerekmektedir. Bu ihtiyaçların karşılanamaması küresel anlamda hastalıklar, gelişim gerilikleri ve ölüm olayları gibi sonuçlara neden olabilir (Ahmed vd., 2022).

Gıda endüstrisinde yan ürünlerin değerlendirilip dönüştürülmesi; sürekli artan gıda fiyatlarına düşük maliyetli alternatif üretilmesi ve yeni iş fırsatları gibi olanaklar sağlama potansiyelindedir (Torres-Leon vd., 2018). Gün geçtikçe artan ihtiyaçlardan olan protein üretimi için doğru kaynakların araştırılması, özellikle bitkisel kaynakların kullanılması önemli görülmektedir. Yaygın olarak kullanılan bitkisel protein ürünlerinin çoğunlukla soya ve buğday kaynaklı olduğu bilinmektedir. Bezelye gibi alternatifler üzerine çalışmalar yürütülmektedir (Lam vd., 2016).

Ayçiçeği, ülkemizde yağ üretiminde ilk üç sırada geldiği için bitki kaynaklı endüstriyel yan ürün değerlendirme noktasında ciddi bir potansiyel oluşturmaktadır (Torun, 2023). Yapılan araştırmalarda göre ayçiçeği tohumlarının yağ ekstraksiyon sonrası küspede kalan protein oranının %40-50 aralığında olduğu ve küspeden uygun çözücülerle yağ uzaklaştırma işlemi de yapıldığında bu oranın %53-66 aralığına yükseldiği bulgulanmıştır (Gonzalez-Perez ve Vereijken, 2007).

Ayçiçeği posasından ekstrakte edilen protein izolatları ile ilgili yapılan çalışmalara göre bu izolatların insan sağlığına faydalı antioksidan etki, antihipertansif etki, antinflamatuar ve immün modüle edici etki gibi birçok biyolojik özelliğinin olduğu görülmektedir. Bu maddelerin toksik etkilerinin olmaması ve bileşimindeki antinutrisyonel bileşenlerin azlığı da kaydedilmiştir. (Torun, 2023).

Gıda sistemlerine geliştirici protein katkısı eklenmeden önce söz konusu proteinin etki mekanizmasının bilinmesi önem arz etmektedir. Bu özellikler; çözünürlük, koyulaşma, ıslanabilirlik ve yağ/su adsorpsiyonu gibi hidrasyonla ilgili olanlar; emülsifikasyon ve köpürme değerleri, kırılabilirlik, protein-lipid film oluşumu gibi proteinin yüzeyi ile ilgili olanlar; agregasyon, jelleşme, yapışkanlık, elastikiyet ve viskozite gibi proteinin yapısı ve reolojisi ile ilgili olanlar şeklinde gruplandırılabilir (Torun, 2023).

Teknik fonksiyonellikleri bakımından, ayçiçeği proteinlerinin iyi emülsüfiye etme, köpürme, jelleştirme gibi özellikler sergilediği bilinmektedir. Bu olumlu özellikleri yanında rengi, düşük sindirilebilirliği, yapısındaki fenolik birleşikler, gibi engellerde kaydedilmiştir (Gültekin Subaşı vd., 2021). Ayçiçeği proteini ürünlerini gıdalarda kullanımına uygun hale getirmek ve iyileştirmek için çeşitli ekstraksiyon, saflaştırma ve modifikasyon teknikleriyle ilgili çalışmalar yapılmıştır (Hadidi vd., 2023). Bu çalışmalarda ekstrakte edildikten sonra çöktürme ve toz form için kurutma aşamaları uygulanmaktadır. Toz formun kullanımı protein ürünlerinin gıda formülasyonlarına eklenmesini kolaylaştırmaktadır.

Mevcut çalışmadaki protein ürünlerinin elde edilmesinde kullanılan püskürtmeli kurutma işlemleri ile çok küçük (10-50 µm) partiküller elde edilebildiği bilinmektedir (Gharsallaoui vd., 2007). Protein çözeltisi basınç ile sıcak hazne içine atomize halde püskürtülür ve ısınmış havanın partiküller ile karşılaşması sağlanır, toz form ise hava ile siklon seperatörde taşıyıp kollektörde toplanmaktadır.

Kurutma işlemini etkileyen faktörler; hava hızı, havanın giriş nemi, havanın giriş sıcaklığı, beslemenin akış hızı, besleme dispersiyonunun konsantrasyonu ve formülasyonu, reolojik özellikler, termodinamik özellikler, aspirasyon hızı ve atomizer özellikleri olmaktadır (Keshani vd., 2015).

Püskürtmeli kurutma sistemlerinin; otomatik kullanıma ve takibe uygun olması, ani kuruma işlemi ile sağlanan kaliteli minimum nemli toz üretiminin sağlanması ve bunun işlem boyunca sabit kalması, yüzey alanının maksimum artırılabilmesi, proteinler gibi ısıya duyarlı veya ısı direnci olan ürün türlerinde kullanılabilmesi, hijyenik ve düşük maliyetli kabul edilmesi gibi avantajları kaydedilmiştir (Gürses, 1986).

Bunların yanında sistemde gözlenen birikmelerden dolayı kayıpların çok olması ve düşük camsı geçiş sıcaklıklarına sahip olan maddelerde yapışması gibi dezavantajlar görülebilmektedir (Koç, 2018).

Sağlıklı beslenme isteği toplumun bilinçlenmesi ile gün geçtikçe artan bir taleptir. Yumuşak şekerlemeler daha çok çocuklarca tercih edilen ama ebeveynlerin mesafeli yaklaştığı ürün grubu olarak bilinmektedir. Gıdaların zenginleştirilmesi, hem faydalı ürün talebine cevap veren hem de hedef gruba cazip gelen ürünlerde yapılan çalışmalar ile geliştirilen ürünleri içermektedir. Ülkemizdeki kakaosuz şekerli ihracat ürünlerinin başında sakızlı ve jöleli ürünler gelmektedir bununla birlikte ihracat payının artırılması gerektiği de belirtilmektedir (Akçınar, 2009; Karınca 2011). Ürün geliştirme çalışmaları ülke ekonomisinin iyileşmesi ve ihracat payının artması için önem arz etmektedir.

Şekerleme ürünleri, beğenilerek tüketilen bir grup olsa da dişlerde çürümeye neden olabilme, vücut sağlığı açısından obezite, diyabet, kardiyovasküler riskler barındırma gibi olumsuz etkilerinden dolayı bazı fonksiyonel inovasyonlara ihtiyaç duyulabilmektedir. Bu anlamda istenmeyen birleşiklerin çıkarılması veya muadilleri ile değiştirilmesi ya da faydalı bileşenler ile zenginleştirilmesi yöntemlerine yönelinmiştir (Önder ve Aydar, 2022).

Bu çalışmada pektin bazlı yumuşak şekerlemeler proteince zenginleştirmeye tabi tutulacaktır. Yumuşak şekerlemeler genel olarak; glikoz şurubu, sakkaroz, kıvam vericiler, jelleştiriciler, asit düzenleyiciler, aroma ve renk katkıları ve su bileşenlerinden oluşmaktadır.

Kıvam verici veya jelleştirici olarak jelatin ile daha elastik bir yapı gözlenirken pektin, agar, karragenan benzeri jelleştirici ajanlarda ise daha kısa ısısımlı yapılar oluşmaktadır. Glikoz şurubu, kristalleşme ve topaklanmayı önleyip yumuşak ve çiğnenebilir bir yapı sağlamaktadır (Kesen, 2023). Sert ve çiğnenebilir bir doku yumuşak şekerlemelerde beklenen bir profildir.

Sakar (2019) yaptığı çalışmada pektin bazlı şekerlemeye soya proteini eklemesinin, pektin-protein etkileşim dolayısıyla, ürünlerin sertlik değerini artırdığını kaydetmiştir. Pektin ve soya proteini arasındaki çapraz bağlar ile oluşan etkileşimlerin şekerlemelerde daha gözenekli bir ortama, daha yüksek nem ve pH değerlerine yol açtığı belirtilmiştir. Şekerleme ürünlerinin duyuşal ve tekstürel olarak istenilen özelliklerde olması temel kalite kriterleri olarak değerlendirilebilir.

Mevcut çalışmada ayçiçeği proteini ürünlerinin yumuşak şekerlemelere uygun reçete ile ilavesinin incelenmesi ve endüstriyel ölçekli üretimin sağlanması amaçlanarak son ürünler duyuşal ve tekstürel analiz ile değerlendirilmiştir.



İKİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI

2.1 Proteinler ve Proteinlerin Fonksiyonel Gıdalarda Kullanımı

Fransız fizyolog, Magendie, azotlu bileşenlerin gıdalarda varlığının önemini vurgulamış ardından 1838 tarihinde Mulder, Yunanca protein anlamına gelen “proteios” bu bileşenlere adını vererek literatüre dahil etmiştir. Proteinlerin yapısında bulunan 20 farklı amino asitin farklı diziler ile bağlanmaları sonucu çeşitlilik ve değişik fonksiyonlar görülmektedir. Amino asitler birbirlerine kovalent özellik gösteren, sert ve düzlemsel olan peptit bağları ile bağlıdır (Bingöl, 1972). Proteinler; hidrojen atomuna bağlı a-karbon atomu, bir amino grup, bir karboksil grup ve bir yan zincir R grubundan oluşan polimerlerdir (Özdam vd., 2013). Proteinler, kimyasal yapısına bağlı olarak (yani birincil, ikincil, üçüncül ve dördüncül) değişik fizikokimyasal özellikler göstermektedir ve gıda formülasyonlarında çeşitli fonksiyonları bilinmektedir. Proteinlerin, gıda endüstrisinde; bulunduğu ürünün besin değerini yükseltme, işlevsel ve duyuşsal özellik kazandırma açısından önemli rolü olduğu bilinmektedir (Aryee vd., 2018)

Uygun kaynaklardan elde edilen protein ürünlerinin gıda üretiminde kullanılabilirliği için; insan vücudunda sindirilebilmesi, beslenmeye katkı sağlaması, toksik etkide bulunmaması, gıda ürünlerindeki kabul edilebilir uygulanabilirliği olması gibi faktörler önemli olmaktadır (Nadathur vd., 2017). Bitkisel kaynaklardan protein elde edilmesinde değişik metotlar geliştirilirken proteinlerin; duyuşsal, fonksiyonel özelliklerinin ve besin değerinin korunması önem arz etmektedir (Yavuz ve Özçelik, 2016). Protein izolatları elde edilirken kullanılan yöntemler arasında; alkali ekstraksiyon-izoelektrik çöktürme, asit ekstraksiyon-izoelektrik çöktürme, suyla ekstraksiyon-izoelektrik çöktürme, tuz ekstraksiyonu-misel çöktürme ve ultrafiltrasyon başlıcalarıdır. Proteinin gıdalardaki işlevselliği; amino asit dizilimleri, proteinin yapısındaki hidrofobik veya hidrofilik profil, ekstrakte edilirken başvurulan yöntemler, kurutulup toz haline getirilirken uygulanan teknikler gibi parametrelere bağlıdır (Boye vd., 2010). Fonksiyonel etkileri için proteinin çözünebilir olması önemlidir. Çözünürlüğün yetersiz olması diğer pozitif özelliklerinin de sınırlı hale gelmesine neden olabilir (Eryılmaz, 2016).

Proteinlerin çözünürlüğüne bağlı sınıflandırmalarda albümin, prolamin, globülin, glutelin gibi farklı molekül ağırlığa ve çözünürlüğe sahip proteinler tanımlanmaktadır. Proteinlerin yapısal farklılıkları sonucunda izoelektrik noktalarının değiştiği ve proteinlerin izoelektrik noktada en düşük çözünürlük gösterdiği bilinmektedir. Ayrıca çözünürlüğün su tutma kapasitesi ile doğru orantılı olduğu da kaydedilmiştir (Yavuz ve Özçelik, 2016). Karşılaşılan çözünürlük ile ilgili olumsuzlukları azaltmak ve bitkisel proteinlerin çözünürlüğünü artırmak için kullanılan seçeneklerden biri enzim muamelesidir (Agyare, vd., 2008; Shih, vd., 2000; Scilingo, vd., 2002; Yin, vd., 2008; Vioque, vd., 2000). Bunların dışında farklı izolasyon, ekstraksiyon ve kurutma teknikleri, kimyasal reaksiyonlar gibi metotlar denenmiştir (Suliman, vd., 2006).

Proteinlerin bir diğer teknik fonksiyonu emülsifikasyon aktivitesi göstermesidir ve bu özellik, topaklaşma, faz ayrımı oluşması gibi istenmeyen olayların engellemesi açısından önemli görülmektedir. Proteinlerde emülsifiye edici kapasite; birbiri içinde çözünme zorluğu çeken iki sıvının karışım haline gelmesini kolaylaştırma kabiliyetidir (Lopez-Vergas vd., 2013). Peynir altı suyu proteini, soya proteini, bezelye proteini, yağsız yulaf unundan elde edilen protein izolatları, mercimek proteini, nohut proteini gibi bitkisel kaynaklı protein tozlarının emülsifiye edici özellikleri incelenmiş ve olumlu sonuçlar kaydedilmiştir (Aydemir ve Yemencioğlu, 2013; Bildistein vd., 2008; Wu vd., 1977; Mohamed vd., 2009; Heywood vd., 2002). Örneğin acı bakla proteinlerinin yüksek derecede emülsiyon stabilize etme özelliğinin olduğu ve bunun globulinlerin damlacıklar arası köprü etkisinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Papalamprou vd., 2006).

2.1.1. Alternatif Protein Kaynağı Olarak Yağlı Tohum Posaları

Yağlı tohum posaları, insan ve hayvan beslenmesinde, bileşimindeki karbonhidrat, yağ, protein mineral maddeler ve vitaminlerden dolayıyla; hem de sanayi alanında hammadde olarak önemli bir değere sahiptir. Bitkisel kaynakların son yıllarda popüler olması ile yağlı tohumlular için alternatif kullanım olanakları oluşmuştur.

Hayvan yemi sektöründe yaklaşık 300 milyon ton yağlı tohum posası kullanılmakta ve yüksek protein içeriğinden dolayı oldukça önem arz etmektedir (Onat, vd., 2017). Sonuç olarak tohumlardan yağ çıkarıldıktan sonra kalan posa; protein ve lif açısından zengin, verimli, yaygın ve ucuz bir kaynaktır.

Yağlı tohum proteinleri; gıdalara dahil edilerek daha besleyici ve fonksiyonel (köpürme kapasitesi ve stabilitesi, su ve yağ tutma kabiliyeti, çözünürlük, emülsiyon kapasitesi ve devamlılığı) gıdalar elde etmek mümkündür. Bu fonksiyonel özellikler kimyasal ve enzimatik işlemlerden etkilenip değişebilmektedir. Fonksiyonel davranış; proteinlerin büyüklüğü, şekli, amino asit dizilimi ve kompozisyonu, yükü ve dağılımı, hidrofilik ve hidrofobik özelliği, ikincil/üçüncül/dördüncül yapı durumlarından etkilenmektedir. Ortamın pH, sıcaklık ve tuz konsantrasyonu değerleri ve diğer gıda bileşenleriyle gösterdiği etkileşimlerdeki moleküler esneklik ve sertlik davranışları da önemli olmaktadır (Sathe, 2002).

Dünyada 2022/2023 yılında yağlı tohum üretiminin 647, 2 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Üretim dağılımı ise; %61 soya, %12,4 kolza, %7,9 yer fıstığı, %7,8 ayçiçeği olarak kaydedilmiştir. Soya fasulyesi, kolza tohumu, pamuk tohumu, ayçiçeği tohumu ve yer fıstığı yapısındaki büyük miktarda proteinle en fazla dikkat çeken yağlı tohum posalarıdır. Bitkisel proteinlerde kükürtlü amino asitlerin eksikliği ve antibesleyici özellikler gibi olumsuzluklar kaydedilmekle beraber; hayvansal proteinlerle desteklenerek veya fiziko-kimyasal düzeltmelerle aşılabileceği öngörülmüştür (Moure vd., 2006).

Bitkisel proteinlere ticari üretimi için ekstraksiyon ve saflaştırma işlemleri uygulanır, küspelerin asidik ve nötr ortamlarda konsantrasyon hazırlanması halinde son üründe %48-70 arası protein oranı kaydedilirken alkali ortamda kaynağına göre değişmekle birlikte %85-90 aralığında protein izolatu eldesine ulaşılabilmektedir (Moure vd., 2006).

Farklı yağlı tohum proteinleri içinde ayçiçeği proteini, yaygın kullanılabilirliği, iyi miktarda protein içermesi, antibesleyici bileşiklerin az düzeyde bulunması, maliyetinin düşük olması ve toksisite riski görülmemesi nedeniyle oldukça dikkat çekmektedir (Kaur ve Ghoshal, 2022).

2.1.1.1. Ayçiçeği Tohumları

Ayçiçeği, iki çeneklidir, *Helianthus* cinsine ait 67 türden biridir ve *Compositae* (*Asteraceae*) familyasının bir üyesidir. Ilıman iklimlere oldukça uyum sağlamış olan ayçiçeği, subtropikal bölgelerden gelmiştir. Yüksek su tutma kabiliyeti olan ve yaklaşık 6,5 -7,5 pH aralığındaki topraklarda en iyi verimle büyüebilmektedir. Ayçiçeği tohumları, çekirdek / kabuk oranı olarak çeşitlilik göstermektedir. Kabuk oranı fazla olan türler daha az yağ oranına sahiptir.

Ayçiçeği tohumunun yapısındaki bileşimleri ve miktarları Tablo 2.1’de gösterilmiştir.

Tablo 2.1: Ayçiçeği Tohumunun Yapısındaki Bileşimler ve Miktarları (100 g)

Besin Bileşimi	Ortalama Miktar	Besin Bileşimi	Ortalama Miktar
Enerji	637 kcal	Demir	4,57 mg
Su	0,98 g	Fosfor	757 mg
Kül	3,53 g	Kalsiyum	66 mg
Protein	24,75 g	Magnezyum	295 mg
Yağ (Toplam)	52,02 g	Potasyum	746 mg
Karbonhidrat	16,24 g	Sodyum	8 mg
Lif, toplam diyet	2,48 g	Çinko	8,11 mg
Tuz	20 mg	Niasin	8,87 mg
Alfa-tokoferol	40,22 mg	B-6vitamini (toplama)	1,43 mg
Triptofan	347 mg	E vitamini	40,22 a-TE

Kaynak: Türkomp, (2023) verilerinden adapte edilmiştir.

Lipitler ayçiçeğinin ana bileşenidir. Ayçiçeği tohumunda diğer önemli bileşen olan proteinler kabuk ayrıldıktan sonra %20-40 oranında bulunmaktadır. Karbonhidratlar %10 civarındadır ve bunlar glikoz (%46), arabinoz (%16), üronik asitler (%14), galaktoz (%11) ‘dur. Alkalide çözünebilen hemiselülozların %15 oranında olduğu kaydedilmiştir. Çiçek gövdesi büyük ölçüde lignin, pentozanlar ve selülozik malzemelerden oluşmaktadır. Çekirdek, fitik asitle birleştiği için biyolojik olarak kullanılamasa da önemli bir değerde mineral içermektedir. Tablo 2.2’de Ayçiçeği tohumunun yapısındaki aminoasitler ve miktarlarına bakıldığında esansiyel amino asitleri içerdiği görülmektedir. (Türkomp, 2023).

Tablo 2.2: Ayçiçeği Tohumunun Yapısındaki Aminoasitler ve Miktarları (100 g)

Aminoasit (mg)	Ortalama miktar	Aminoasit (mg)	Ortalama miktar
Treonin	1010	Tirozin	739
İzolosin	912	Valin	1081
Lösin	1555	Arjinin	1119
Lizin	949	Histidin	922
Metiyonin	379	Alanin	1187
Sistin	191	Aspartik Asit	2061
Fenilalanin	1249	Glutamik Asit	5733
Glisin	1462	Prolin	1332

Kaynak: Türkomp, (2023) verilerinden adapte edilmiştir.

Ülkemizde ise ayçiçeği üretimi 2021 yılında 2,22 milyon tona ulaşmıştır. TÜİK verilerine göre 2021 yılında ekilen alana göre değerlendirildiğinde verim bir önceki yıllara göre yaklaşık %3,4 artarak 273kg/dekar olmuştur.

2.1.1.2. Ayçiçeği Proteinlerinin Özellikleri

Ayçiçeği tohumunun önemli bileşenlerinden birinin proteinler olduğu bilinmektedir. Ay çekirdeğinin türüne göre protein miktarı geniş bir çeşitlilik göstermektedir. Kabuk kısmı ayrıldıktan sonra çekirdekte %20-40 oranlarında ham protein varlığı kaydedilmiştir. Bu miktarın %87-99'u protein, kalan %1-13'lük kısmı peptidler, aminoasitler ve azotlu maddelerden oluşmaktadır (Gheyasuddin, 1970; Gassmann, 1983)

Ay çekirdeğinden yağsız küspe elde edilirken kullanılan ekstraksiyon yöntemi kalan posadaki protein oranını etkilemektedir. Tohumlar mekanik olarak ekstrakte edildiğinde, yağsız küspede protein oranı %40 civarında, solventle ekstrakte edildiğinde %50 ve kabuksuz tohum kullanıldığında ise %53-66 aralığında olduğu kaydedilmiştir ve bu değerler ayçiçeği küspesinin (SFM:Sunflower Meal) önemli bir protein kaynağı olduğunu göstermektedir. Ancak gıda uygulamaları nispeten azdır. Ayçiçeği tohumu proteininin daha az kullanımının nedenleri arasında yapısındaki fenolik bileşiklerin özellikle de klorojenik asitin (CGA) varlığı ve yağ ekstraksiyonu sırasında (yüksek sıcaklıklarda) proteinlerin denatüre olması ihtimalidir. Denatüre olan proteinler değiştirilmiş fonksiyonel özellik gösterip, tanımlanamayan protein fraksiyonlarının görülmesine yol açabilmektedir.

Klorojenik asit başta olmak üzere fenolik bileşiklerin varlığı, gıdalarda ayçiçeği proteininin kullanımına engel olarak değerlendirilmektedir. Fenolik bileşikler, proteinlerle etkileşime girme özelliğinde olup; protein çözünürlüğünün, sindirilebilirliğinin ve stabilitesinin azalması gibi istenmeyen değişikliklere ve protein içeren son ürünlerin organoleptik özelliklerinde değişikliklere neden olabilir (Guan vd, 2021). Ayçiçeği küspesinden protein ekstraksiyonu sırasında özellikle alkali koşullarda fenolik bileşikler oksidasyona uğrayarak koyu yeşil rengin ortaya çıkmasına neden olmakta ve bu durum proteinin besinsel kalitesinin ve işlevselliğinin azalmasına neden olabilmektedir (Kaur ve Ghoshal, 2022). Bu nedenle, klorojenik asit gibi fenolik bileşikler çoğunlukla, protein ekstraksiyonu ve diğer işleme işlemlerinden önce çeşitli solventlerle yıkama veya ayırma işlemleri (örn. membran filtrasyonu) yoluyla ayçiçeği küspesinden uzaklaştırılmaktadır (Huang vd., 2024).

Ayçiçeği proteinlerinin çoğunluğu %40-90 oranında globulinlerden (11S globulin/heliantinin), %10-30 oranında albüminlerden (2S albümin/SFAs) oluşmaktadır. Az miktarda glutelin ve prolaminlerin varlığı kaydedilmiştir. Globulinlerin suda çözünmeyen ama seyreltik tuz çözeltisinde çözünebilir, albüminlerin suda çözünebilir, prolaminlerin alkolde çözünebilir, glutelinlerin ise alkalide çözünebilir olduğu bilinmektedir. Heliantininlerin molekül ağırlıkları 300-350 kDa olup hem enzimatik hem de enzimatik olmayan üyeleri bulunmaktadır ve işlevsel olarak çeşitlilik göstererek, 11S (hegzamer yapı) ve 7S (trimer yapı) depolama proteinlerini içerdiği rapor edilmiştir.

Yapılan araştırmaların sonuçları ise yüksek asidik ve bazik değerlerde ($\text{pH}<3$ ve $\text{pH}>12$) heliantininlerin tamamen denatüre olduğunu göstermiştir. Heliantininlerin izoelektrik noktasının pH 4-6 olduğu kaydedilmiştir. Alkali ortamda heliantininler 11S formunda bulunduğu için literatürde 11S Globulin olarak anılmaktadır. Ayçiçeği proteinlerinin diğer önemli bileşeni olan albüminlerin, 10-18 kDa kütleli, yüksek çözünürlüğe sahip olup ortamın pH değerinden ve iyonik gücünden etkilenmediği bilinmektedir (Kaur ve Ghoshall, 2022).

Önceki çalışmalarda endüstriyel ayçiçeği küspesinin proteinlerinin suda çözünürlüğü yüksek, fizikokimyasal özellikleri ve antioksidan aktivitesinin nispeten iyi olduğu belirtilmiştir (Salgado, vd., 2010).

2.2. Protein Ürünlerinin Üretilmesi

Gıdalarda kullanılmak üzere çeşitli yöntemler ile protein ürünleri ekstrakte edilirken pH ve sıcaklık değerleri, ortamdaki bileşiklerin varlığı gibi faktörler önemli olmaktadır. Proteinlerin ekstrakte edilip toz haline getirilmesi için uygun yöntemin seçilmesi tekno-fonksiyonel ve beslenme özelliklerini etkilemektedir (Özdemir, 2021). Bitkisel kaynaktan protein ürünleri elde edilirken öncelikle katı haldeki örneğin mekanik, termal, kimyasal yollar ile parçalanarak hücre bozulmasının sağlanması, çöktürölüp ekstrakte edilmesi, elde edilen protein izolatının kurutularak depolanması sağlanmaktadır (Novak ve Havlicek, 2016). Protein özütleme için geleneksel yöntemlerden biri solvent kullanılmasıdır. İşlem sırasında; aseton, etil asetat gibi polar olmayan maddeler ya da etanol (ucuz ve güvenli) kullanılabilir. Dięer bir yöntem ise yaygın olarak kullanılan alkali çözündürme ve izoelektrik noktaya yakın asidik çöktürmedir. Bir diğer teknik proteinlerin çözünmüş hale getirmek için tuzlu su çözeltilerinden faydalanılmasıdır. Ultrafiltrasyon gibi saflaştırma teknikleri uygulanarak daha sonra tuz uzaklaştırılmakta ve protein çöktürölmektedir (Pojić vd., 2018). Afinite kromatografisi, ultrafiltrasyon ya da çöktürme ile protein dispersiyonlarının daha konsantre hale getirmekte mümkündür ancak kayıplar olabilmektedir (Novak ve Havlicek, 2016). Son dönemlerde geliştirilen yöntemler arasında; mikrodalga destekli ekstraksiyon, ultrases destekli ekstraksiyon, süperkritik sıvı ya da basınçlı sıvı ekstraksiyonu, vurgulu elektrik alan gibi avantajlı yöntemler literatürde yer alsada maliyet açısından sınırlı tercih edilmektedir ve ticari ürünlerde kullanılmamaktadır (Liu vd., 2016; Vásquez vd., 2019).

2.2.1. Protein Dispersiyonlarının Kurutulması

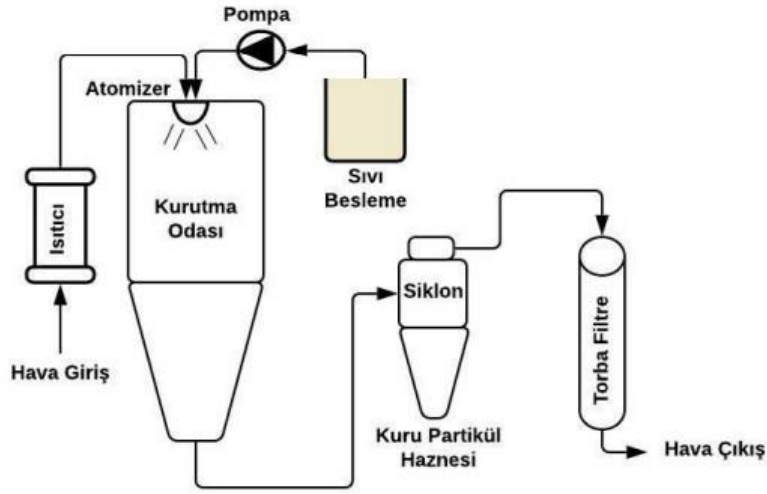
Protein ürünlerinin kurutulması, nispeten küçük parçacık boyutları olan toz formların elde edilmesini sağlamaktadır. Protein ürünlerinin, parçacık boyutunun küçültülüp su uzaklaştırılması işlemi, formülasyonlara eklenmesini kolaylaştırmaktadır. Gıda ürünlerinin %80 oranına yakınının toz form haline getirilebileceği bilinmektedir. Kurutma yöntemi seçilirken, ürüne uygun en verimli seçenek belirlenerek gıdadan maksimum su uzaklaştırılması ile kalitenin en üst düzeyde olması amaçlanmaktadır. Kurutma işlemiyle; yapışkanlık, topaklaşma, depolamanın olumsuz etkilenmesi, lipit ya da protein oksidasyonu, enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları, istenmeyen renk oluşumu gibi fiziksel değişikliklerin önüne geçilebilmektedir (Morgan vd., 2006).

2.2.2. Püskürtmeli Kurutma Tekniği

Gıdalarda kullanılabilir toz ürünleri elde etmek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu seçenekler içinde püskürtmeli kurutucular, kurutma aşamalarının kolay kontrolü, renk/tat/besin değeri gibi faktörlerin korunmasına elverişli geniş kullanım alanı bulunması ile yapılandırılmış bir yöntemdir (Haque vd., 2015). Kurutma işleminde; basınçlı hava ile çözeltinin atomize halde püskürtülmesi sağlanarak partiküller sıcak hava ile karşılaşmaktadır. Akışkan hava ile partiküller kurutma kulesinde kurumaya başlamakta ve siklon boyunca sürüklenerek kollektörde toplanmaktadır. Kurutulmuş partiküllerin nemli havadan ayrılması sağlanmaktadır. Değişen parametrelere göre farklılık göstermekle beraber, proteinleri toz forma getirmek için kullanacağımız püskürtmeli kurutma işlemi ile mikroparçacıklar (10-50 µm) elde edilebildiği bilinmektedir (Gharsallaoui, vd., 2007).

Atomizasyon işleminde amaç nozullardan püskürtülen havadaki damlacıklara geniş yüzey alanı sağlamak ve küçük boyutta tozlar elde ederek buharlaşma hızını artırmaktır. Hızlı kurutma ile damlacıkların üzerinde kabuk oluşumu engellenmektedir (Tee vd., 2012). Atomize halde püskürtülen damlacıkların minimum sürede karşılaştığı sıcak hava ile kuruması idealdir. Bu sayede kurutma kulesinin duvarlarına yapışmadan yeterince kurumuş hem de uzun süre yüksek sıcaklığa maruz kalmanın olumsuz etkisinden korunmuş olmaktadır (Haque vd., 2015). Parçacıklar, son aşamada, filtre ile ortamdan uzaklaştırılan nemli havadan ayrılıp haznedeki toz kazanımda toplanmaktadır. Haznedeki toz kazanımı verimlilik için önemli bir ölçü olmaktadır.

Kuru partikül haznesine gelmeden önce kurutma odası ve siklonda tutunan tozlar istenmeyen kayıplara neden olabilmektedir (Goula vd., 2004) (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Püskürtmeli Kurutma Sisteminin Şematik Gösterimi

Kaynak: Özdemir vd., 2021

a) Püskürtmeli Kurutmaya Etki Eden Faktörler

İstenilen kalitede verimli toz eldesi için; giriş hava sıcaklığı-çıkış hava sıcaklığı, beslenme akış oranı, püskürtme hızı ve basıncı, beslenme konsantrasyonu önemli olmaktadır. Tozun fizikokimyasal yapısını etkileyen önemli aşamalardan biri kurutma sıcaklığıdır. Yüksek kurutma sıcaklığı ile hızlı kurutma sağlanabileceği ve bununla doğru orantılı olarak verimin de arttığını belirten çalışmalar mevcuttur. Bunun yanında bazı hassas ürünlerde denatüre olma ya da camsı geçiş sıcaklığının aşılması halinde yapışkanlıkta artma gibi olumsuzluklarla karşılaşılabilir. Yapılan çalışmalarda; hava çıkış sıcaklığının ise düşük olması ve kurutma ilk sıcaklığı ile arasındaki farkın fazla olması, son ürünlerdeki parçacıkların küreselliğini artırdığı, hızlı buharlaşma ve toz oluşumunu destelediği kaydedilmiştir (Haque vd., 2015). Besleme akış hızı ise kaliteyi etkileyen parametrelerden biridir. Cihazın kapasitesi dikkate alınarak, atomizer hızı ile doğru orantılı ve çözelti yoğunluğu ile ters orantılı olarak değişmektedir (Souza vd.,2009). Hızlı besleme, ısı aktarımının olumsuz etkilenmesine ve toz ürünlerin nem içeriği üzerinde istenmeyen artışa neden olabilmektedir. Kurutma işleminde; kollektörde toplanan toplam toz kütlesi ve başlangıçtaki çözeltilde bulunan toplam toz madde oranı ile verimlilik hesaplanıp bakılabilmektedir (Tontul ve Topuz, 2017).

Nihai ürünün fiziksel özelliklerinde, verimin %50'den fazla olması beklenmektedir (Elez-Garofukic vd., 2016). Sıcaklığın, nemin ve ürün bileşiminin doğrudan etkilediği camsı geçiş sıcaklığının bilinmesi verimlilik adına önemli olup yapışkanlığı etkilemektedir. Bu durum son üründe topaklaşma, renk değişiklikleri ve kimyasal bozukluklara sebep olabilmektedir. Bundan dolayı yüzey sıcaklığının camsı geçiş sıcaklığından yaklaşık 20 °C az olması gerektiği belirtilmektedir (Fazaeli vd., 2012).

b) Püskürtmeli Kurutucunun Avantaj ve Dezavantajları

Püskürtmeli kurutucular; hızlı, güvenli, verimli (uygun şartlarda), uzun süreli ve düşük maliyetli çalışma fırsatı sunmaktadır. Toz formun yapısal çeşitliliği (toz/granül/aglomerat veya düzgün küresel yapı) sağlanabilmektedir. Hedeflenen toz ürün için partikül boyutu ve dağılımı, yığın yoğunluğu gibi parametrelerde istenilen daha kaliteli üretim yapılabilmektedir. Bunun yanında yapışma ve kayıplar olabilmektedir. Isı ve oksijen ile temas söz konusu olduğu için proteinler, fenolikler, vitaminler boyar maddeler gibi ürünlerde bozulmalar ve kayıplar görülebilmektedir. Ayrıca renk ve aroma kaybı da dezavantajları arasında sayılabilmektedir (Özdemir, vd., 2021).

2.2.3. Dondurarak Kurutma (Liyofilizasyon)

Liyofilizasyon cihazları dondurulmuş maddelerin kurutulmasını sağlamaktadır. Katı maddelerin yüksek vakum enerjisi altında buharlaştırılarak sıvı faza geçmeden gaz fazına dönüştürülerek kurutulması işlemidir. Yapılan çalışmalarda kurutma ortamının mutlak basıncının düşürülmesi başarılı bir liyofilizasyon ile ürünlerdeki renk ve lezzetin korunması açısından önemlidir (Toledo, 2007). İki aşamada kurutma işlemi gerçekleştirilmektedir. İlk aşamadaki dondurma ile serbest su kristalleşir ve daha sonra süblimleşme ile dondurulmuş su uzaklaştırılır. Dondurma esnasında gıda numunesinde homojen kristallenme olması beklenmektedir. Çoğu üründe büyük buz kristalleri hücrenin duvarının yapısına zarar verebildiği için hızlı kurutma ile bunun engellenmesi sağlanabilmektedir (Pisano vd., 2011). Bu çalışmada kullanılan Toros TRS 2/2 V liyofilizatör cihazı 2,5 kg / 24 saat buz tutma kapasitesine sahiptir. Vakum odacığının içinde 220 mm çaplı 3 adet numune rafı bulunmaktadır. Soğutma ünitesinde freon gazı kullanılmaktadır. Kurutma rafları valfler ile kondensere bağlanmıştır, kondenser sıcaklığı -55 °C olmaktadır (Şekil 2.2).



Şekil.2.2: Protein İzolatlarının Kurutulmasında Kullanılan Liyofilizatör (Toros2/2 V)

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

a) Dondurarak Kurutmaya Etki Eden Faktörler

Kurutma hızı, kurutma süresi, sıcaklık gibi faktörler dondurarak kurutma üzerinde etkili olmaktadır. Kurutma hızının işlem boyunca optimize olması istenmeyen dehidrasyon ve rehidrasyon seviyelerini kontrol etmek için önemli görülmektedir (Assegehegn vd., 2019). Sıcaklığın yüksek olması renk ve lezzet gibi faktörlere olumsuz etkide bulunabilmektedir. Düşük sıcaklık süblimleşmenin yavaş ve maliyetli olmasına yol açmaktadır (Ratti, 2013).

b) Dondurarak Kurutmanın Avantaj ve Dezavantajları

Bu yöntemle kurutulan toz ürünlerin stabilitesi, raf ömrünün uzun olması, iyi seviyede rehidrasyon özelliklerine sahip olması tercih sebeplerinden olmaktadır (Schössler vd., 2012). Gıda ürünlerinin yapısında bulunan vitamin ya da protein benzeri bileşenlerin ısıya duyarlı olması, oksidasyon, enzimatik esmerleşme, faz ayrışması gibi riskleri beraberinde getirmektedir ve bu bileşenli ürünlerde dondurarak kurutma özellikle kullanılabilir. Nihai ürünün kalitesi en iyi olan yöntemlerden biri olduğu için diğer kurutma yöntemlerinin performansı değerlendirilirken referans olarak kıyaslama için tercih edilebilmektedir. Liyofilizasyon yüksek enerji tüketimi olan ve maliyet gerektiren özel tekniklerden olduğu için katma değeri yüksek ürünlerde tercih edilmektedir. Ayrıca, kurutma plakalarındaki ısının homojen dağılmaması ihtimalinde son ürünlerinde kurumaması homojen olamayabilmektedir. Kurutulan ürünün öğütülüp toz haline getirilmesi sırasında ortamdan nem alması risk olabilmektedir (Özdemir vd., 2021).

2.3. Yumuşak Şekerleme Üretimi

Yarı katı elastik formdaki yumuşak şekerlemeler; genel olarak glikoz şurubu, sakkaroz, tatlandırıcı, jelleştirici ajan, su, asit düzenleyici ana hammaddelerinden oluşmaktadır, şekerleme sektöründe çeşitlerin arasında en fazla tüketilen türdür ve gün geçtikçe dünya piyasasındaki pazar payı artmaktadır. Dünya genelinde kişi başı ortalama şeker tüketimi 5 kg iken Türkiye 'de bu oran 2 kg olarak belirtilmiştir. Yumuşak şekerlemelerin raf ömrünün (15-30°C, %30-60 bağıl nem) 2 sene kadar olabilmesi ürünlerin tercih edilebilirliklerini artırmaktadır. Hava almayan serin, kuru bir ortamda bulunması halinde özelliklerini koruyabilirken şartların değişmesi halinde görüntü ve dokuda istenmeyen sertlik ve matlık oluşabilmektedir (Yel, 2022).

Dünya şekerleme piyasası gün geçtikçe büyümekte ve 2027'de piyasa büyüklüğünün 270,5 milyar dolara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Ülkemizdeki kakaosuz şekerli ihracat ürünlerinin başında sakızlı ve jöleli ürünler gelmektedir (Akçınar, 2009; Karınca 2011). Ürün geliştirme çalışmaları ülke ekonomisinin iyileşmesi ve ihracat payının artması için önem arz etmektedir.

Şekerleme sektörü her yaştan insanın beğenisini kazanan ama özellikle çocukların ilgisini çeken gıda gruplarından. Yumuşak jöle tipi şekerlemelerin hidrokolloidler ile kendine özgü yapısı ve ağsı dokusu şekillenmektedir. En sık jelleştirici ajan olarak kullanılan hidrokolloidler jelatin, pektin ve nişastadır. Karragenan, arap zamkı, agar gibi çeşitli hidrokolloidler değişik kombinasyonlarla şekerlemenin formülasyonunda tatlandırıcıların özellikleri dikkate alınarak kullanılabilir. Son ürünlerdeki yumuşak şekerlemenin fiziksel özellikleri ve şekerin sertlik derecesi kullanılan hidrokolloide göre değişkenlik göstermektedir (Ünal, 2021). Kıvam verici olarak jelatin ile daha elastik bir yapı gözlenirken pektin, agar, karragenan benzeri jelleştirici ajanlarda ise daha kısa ısırımli dokular oluşmaktadır. Glikoz şurubu, kristalleşme ve topaklanmayı önleyip yumuşak ve çiğnenebilir özellik kazandırmaktadır (Kesen, 2023). Günümüzde obezite, diş çürükleri gibi insan sağlığını doğrudan etkileyen sorunlardan dolayı şekersiz beslenmeye olan eğilim artmaktadır. Şekerlerin yerini ikame tatlandırıcılar alabilmekte bu durumda tekstürel olarak son ürünü etkilemektedir. Şeker gruplarının reçetelerinde şeker kaynağı olarak fruktoz ve glikoz şurupları, dekstroz ve sakkaroz yer almaktadır ve oldukça yüksek enerji sağlamaktadırlar (Charoen vd., 2015).

Fonksiyonel özellikler kazandırmak, sağlık için riskli durumların iyileştirilmesi amacıyla çalışmalar yapılmaktadır. Vitamin, mineral, diyet lifi gibi ek takviyeler eklenerek ya da şeker yerine doğal/yapay tatlandırıcılar kullanılarak yenilikçi yaklaşımlar mevcuttur (Önder ve Aydar, 2021). Yurt dışında protein katkılı yumuşak şekerleme örnekleri de bulunmaktadır. Şekil 2.5’de bezelye proteini hidrolizatı ve patates proteini içeren şekerleme numunesi görülmektedir.



Şekil 2.3: Yurt Dışında Satılan Protein Katkılı Yumuşak Şekerleme Örnekleri (İrlanda, İngiltere)

Kaynak: Kısa, 2024

2.3.1. Kullanılan Hammaddeler Arasındaki Etkilerin İncelenmesi

Yumuşak şekerlemeler genel olarak; glikoz şurubu, sakkaroz, kıvam vericiler, asit düzenleyiciler, aroma ve renk katkıları ve su bileşenlerinden oluşmaktadır.

a) Şeker (Sakkaroz)

Sakkaroz, glikoz ve fruktozun birleşiminden oluşan bir disakkarittir. Yumuşak şeker yapımında kullanılan şeker kristallerinin yapısı önemli olmaktadır. Örneğin büyük şeker kristallerinin çözünmesi için fazla su gerekmekte ya da küçük olanların dışarısı ile etkileşimi fazla olmasından dolayı istenmemektedir, genelde orta büyüklükte kristallerden oluşan şekerlerin kullanılmasının uygun olduğu belirtilmiştir (Yel, 2022).

Çözeltideki şeker çözünürlüğü sıcaklık ile artarken kaynama noktası şeker miktarı ile doğru orantılı olarak yükselmektedir. Örneğin; %90’lık bir şeker çözeltisinin kaynama noktası 123°C dereceyken %97’lik çözeltinininki 150°C derece olduğu kaydedilmiştir.

Bir diğerk çalışmada sıcaklığın 20°C den 85 °C dereceye yükseltilince çözünlüğün %66'dan %80'e çıktığı belirtilmiştir (Önder ve Aydar, 2021).

şekerleme yapısındaki şeker mikrobiyal faaliyetin önüne geçerek raf ömrünün uzun olmasına katkı sağlamaktadır. şekerlemelerdeki kuru madde oranı %76'nın üstünde olması beklenmektedir ve bu değerdeki bir ürün için raf ömrü yaklaşık 1 yıl kadar öngörülebilmektedir (Dodson ve Pepper, 1984).

b) Glikoz şurubu

Glikoz şurubu, şekerlemelerin temel bileşenlerinden biridir. Mısır ve buğday nişastasının enzimatik hidrolizi ve izomerizasyon ile mısır şurubu (izoglukoz ya da glikoz-fruktoz şurubu) oluşmaktadır. Glikoz şurubunu tanımlarken %DE indeksi kullanılmaktadır ve tatlılık ile doğru orantılıdır. %DE (Dekstroz eşdeğeri) değeri, kuru maddede %indirgenmiş şeker (dekstroz bazlı) miktarının oranını vermektedir. Glikoz şurupları %38-60 DE aralığında olmakta ve yumuşak şekerlerde genellikle %42 DE tercih edilmektedir. %DE değeri arttıka nem tutmanın ve akışkanlığın arttığı bildirilirken, düşük olması durumunda da viskoz, sert ve daha az yapışkan bir yapı görölmektedir. Glikoz şuruplarının pH aralığı 4,8-5,2 aralığında kaydedilirken maximum saklama sıcaklığının 45°C dereceyi geçmemesi gerektiği belirtilmiştir (Jachson vd., 1973; şen, 2017). şekerin kristallerinin istenmeyen topaklanma gibi durumları önlenmesi, ürünün nem almasını minimize edilmesini sağlaması, istenilen tat ve tekstür özelliklerini iyileştirmesi gibi fonksiyonları bilinmektedir. Nem çekme özelliği olan Glikoz şurubu ve invert şeker; çiğnenebilir yumuşak bir doku için kullanılmakta, meydana gelebilecek kuruma ya da kırılganlığı önleme noktasında yardımcı olmaktadır (Altan, 1991; Yel, 2022).

c) Asitlik Düzenleyiciler

şekerleme ürünlerindeki asit katkısı aromaya destek vererek meyveli şekerlemelerin lezzetini artırmaktadır. Sitrik asit, tartarik asit, malik asit gibi türleri daha sık kullanılmaktadır Doğal yapılıdırlar ve ekşi bir aroma sağlamaktadırlar. Düşük pH değerlerinde mikrobiyal risk az olması beklendiği için koruyucu olarak da düşünülmektedir (örneğin; asetik asit, sorbik asit vd.) (Önder ve Aydar, 2021).

Aynı zamanda jelleşme için gerekli pH aralığını sağlarken asit düzenleyicilerden faydalanılmaktadır. (Yel, 2022).

d) Jelleştirici Ajanlar (Hidrokolloidler)

Jel yapma kabiliyeti olan hidrokolloidler ortamdaki suyu yapılarına alarak şişerler. Yumuşak şekerlemelerin çiğnenebilir ağız yapısını sağlamak için gıamlar, pektin, nişasta ve jelatin gibi ajanlar kullanılmaktadır. Şekerleme üretiminde istenilen tekstür ve duyuşal yapıya göre en uygun jelleştirici ajan ya da bunların karışımları tercih edilebilmektedir (Ranken, 1977). Hidrokolloidlerin şekerin kıvamını artırması dışında, kristalizasyonu önleme; saydam, parlak, yapışkan bir form sağlama; aroma stabilitesinde rol alma gibi fonksiyonları bilinmektedir (Yel, 2022). Bu çalışmada yumuşak şekerleme ürünlerinin yapısında hidrokolloid olarak pektin kullanılmıştır. Pektinin jelleşme mekanizması diğer başlıkta detaylı olarak incelenmiştir (Başlık 2.3.2).

e) Gıda Boyaları

Gıdalarda kullanılabilir boyar maddeler doğal veya sentetik olabilmektedir. Doğal kaynaklı boyar maddeler sıcaklık, pH gibi ortamın değişkenlerinden çabuk etkilenebilir hassas bir yapıdadır. Bundan dolayı sentetik renklendiriciler hem üründe dağılımının homojen olabilmesi, kararlı yapıda olması hem de renk kalitesinin daha iyi olabilmesinden dolayı tercih edilmektedir. Ürünün rengi ve görüntüsü lezzet algısını doğrudan etkilediğinden şekerlemelerde boyar maddeler oldukça sık kullanılmaktadır (Mudgil vd., 2011).

f) Aromalar

Doğal, doğala özdeş ve sentetik çeşitli aroma vericiler bulunmaktadır, genellikle yüksek sıcaklıklarda pişirme işlemi bittikten sonra eklenerek şekerleme yapımında kullanılmaktadırlar (Mudgil vd., 2011). Hedeflenen lezzet için, olan tat ve kokuyu iyileştirmek ya da değiştirmek amacıyla tercih edilmektedirler.

2.3.2. Pektinin Jelleşme Mekanizması

Pektin, suda çözünebilen bir polisakarittir. Bitkilerin hücre çeperinde bulunan heterojen bir moleküldür. Ticari pektin kaynağı olarak genellikle %15-20 civarında pektin içeren elma posası ya da %30-35 oranında pektin içeren narenciye kabukları kullanılmaktadır (Sakar, 2019).

Elde edildiği kaynağa göre farklı molekül ağırlığına ve esterleşme derecelerine sahiptirler. Gıdalarda kıvam artırıcı, jelleştirici ve stabilizatör görevlerinden dolayı

tercih edilmektedir. Esterleşme derecesine göre düşük metoksilli pektin (LMP, low methoxyl pectin) ve yüksek metoksilli pektin (HMP, high methoxyl pectin) olmak üzere iki tipi vardır. LMP jel oluşumu için iyonik ortama (kalsiyum klorür gibi) ihtiyaç varken HMP jel oluşumu için asidik koşullara ve şeker varlığına gerek olmaktadır (Thakur vd., 1997).

LMP iki değerlikli katyonlar varlığında pektinin yapısındaki karboksilli asit gruplarının iyonik bağları sayesinde ve elektrostatik etkileşimle ağsı bir jel oluşturmaktadır. Yumurta modeli denilen ağsı bir jel yapısı oluşmaktadır (Lara-Espinoza vd., 2018).

HMP jel oluşumu için ortamda şeker bulunması gereken dehidrasyonu sağlamaktadır. Bu sayede pektin moleküllerinin ortamdaki su ile hidrojen bağı yapması engellenerek, kendi arasında çapraz bağlanması sağlanır. Pektin molekülleri hidrofobik etkileşimler ile kendi aralarında yaptığı hidrojen bağları sayesinde ağsı bir yapı oluşturmaktadır. Asit varlığı, pektinin yapısındaki karboksilik asit gruplarının ortamdaki pozitif yüklü hidrojen iyonlarını çekip protonlanmasını sağlamaktadır. Negatif yükün itme etkisi ortan kalkarak pektin moleküllerinin birbirleri ile etkileşimi desteklenmektedir (Thakur vd., 1997).

Pektinin biyoyararlılığı ile ilgili çalışmalar mevcuttur. Örneğin pektin ve guar zıkmı kullanımının kandaki LDL ve toplam kolestrolü düşürdüğü bununla bağlantılı olarak kalp damar hastalıkları riskini azalmaya katkı sağlayabileceği kaydedilmiştir (Gould vd., 2007; Rosner vd., 1999). Diğer bir çalışmada kandaki serum glikoz seviyesini düşürdüğü, bağışıklık sistemini güçlendirdiği belirtilmiştir (Mohnen, 2008; Sharma vd., 2006).

Pektinin gıda çeşitli gıda uygulamalarında yer alabilmektedir. HM pektin reçeller, şekerlemeler, unlu mamüllerin dolguları, uzun ömürlü fermente süt içecekleri ve bazı içeceklerde; LM pektin meyve püreleri, yoğurtlar, şekeri azaltılmış reçeller ve bazı tatlılarda kullanılmaktadır. Jel oluşumunda uygun pektin-asit-şeker oranı sağlanmalı ve korunmalıdır (Çopur, 1988).

Sakar (2019) yaptığı çalışmada pektin bazlı şekerlemeye soya proteini eklemesinin sertlik değerini artırdığını kaydetmiştir. Pektin ve soya proteini arasındaki çapraz bağlar ile oluşan yapıdan dolayı şekerlemede daha gözenekli ortam, daha yüksek nem ve pH değeri gözlemlendiğini belirtmiştir. Mevcut çalışmada pektin bazlı yumuşak şekerlemelere ayçiçeği proteinince zenginleştirme uygulanmıştır. Kısa (2024), mevcut çalışmadaki şekerleme ürünlerinde yaptığı analizinde ayçiçeği proteini miktarı oranı yumuşak şekerlemede arttıkça pH ve nem değerlerinin de arttığını belirtmiştir. Referans numuneye göre proteince zenginleştirilmiş yumuşak şekerlemelerin daha sert yapıda olduğunu bulgulamıştır.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

3.1. Materyal ve Ekipmanlar

Çalışmada kullanılan ayçiçeği küspesi numuneleri Reka Bitkisel Yağlar San. Ve Tic. A.Ş. firmasından temin edilerek soğuk prese tabi tutulmuştu. Özütleme işleminde kullanılan kimyasallar ve malzemeler İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi laboratuvarından temin edilmiştir. HITACHI (High-Speed Refrigerated Centrifuge) marka santrifüj cihazı kullanılmıştır. Püskürtmeli Kurutma işleminde UNOPEX B15 Mini Spray Dryer cihazı kullanılmıştır. TEKNOSEM Test ve Analiz Cihazları Teknoloji Araştırma Sanayi Dış. Tic. A.Ş. firmasının Toros TRS 2/2 V marka liyofilizatör kullanılmıştır.

3.2. Yağı Alınmış Ayçiçeği Tohumu Küspesinden Protein Ekstraksiyonu

Ayçiçeği (*Helianthus annuus*) küspesinden üniversite laboratuvarındaki gerekli ekipman ile AE-İÇ ekstraksiyon yöntemi (Coşkun, Çakır, Vahapoğlu ve Gülseren (2019) kullanılarak protein izolatları elde edilmiştir.



Şekil.3.1: Yağı alınmış Ayçiçeği Küspesi Kekinin (sol) Öğütülmüş Hali (sağ)

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

Bu teknik, alkali ortamda çözünme ile istenmeyen bileşenlerin uzaklaştırılması sonrası asit ilavesi yapılarak proteinleri çöktürmeye dayalıdır. Yağ içeriği düşürülen ve öğütücü ile toz haline getirilen ayçiçeği küspesi keki (Şekil 3.1), saf su ile karıştırılarak (kütlece 1:15; numune: su) dispers hale getirilmiştir.

Çözünmeyi kolaylaştırmak için protein molekülleri arasında itme kuvvetinin yüksek olması istenmektedir, bu nedenle çözelti uygun NaOH çözeltisi kullanılarak pH:9,5'e çıkarılıp sabitlenerek elektrostatik yük artırılmıştır (Şekil 3.2). Moleküller arası itme ve onunla doğru orantılı olarak çözünürlükte artış göstermiştir.



Şekil 3.2: pH:9,5 'da Dispersiyonun Karıştırılıp (sol) Santrifüj Tüplerine Alınması (Sağ)

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

Dispersiyon manyetik karıştırıcı ile (950 rpm, 1 saat) karıştırıldıktan sonra, santrifüj edildi (17400 rpm, 20 dk, 8 °C). Süpernatant alınarak, çökelen kısım uzaklaştırıldı (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Santrifüj sonrası (sol) İstenmeyen Çökeltinin Uzaklaştırılması (sağ)

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.



Şekil 3.4: Süpernatantın Filtre Kağıdından Geçirilmesi (sol) ve pH:4,5 'da Çökeltmenin Teşvik Edilmesi (sağ)

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

Çözünen kısım filtre kağıdından geçirilip, çökelmeyi sağlamak için HCl kullanılarak pH değeri 4,5'e getirildi (Şekil 3.4). Çözelti tekrar santrifüj edilip (17400 rpm, 20 dk 8 °C) (Şekil 3.5) ve çökelen izolat toplanıp kurutma işlemine kadar -20 °C'de depolandı (Şekil 3.6).



Şekil 3.5: Protein İzolatlarının Çökmesi için Santrifüj Öncesi (sol) ve Sonrası (sağ)

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.



Şekil 3.6: AE-İÇ ekstraksiyon yöntemi ile Elde Edilen Ayçiçeği Protein İzolatları

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

Ayçiçeği küspesinden protein ekstraksiyonu sırasında özellikle alkali koşullarda fenolik bileşikler oksidasyona uğrayarak koyu yeşil rengin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bundan dolayı etanol türevi alkol karışımları ile fenolik bileşiklerin tamamen uzaklaştırılması gibi yaklaşımlar mevcuttur (Kaur ve Ghoshal, 2022).

Mevcut çalışmada elde edilen proteinler yumuşak şekerlemelere ilave edileceği ve ortam asidik olacağı için alkol-su karışımlarının kullanılması tercih edilmemiştir. Aynı zamanda son üründe boya ve aroma içerikleri ile olası sorunların aşılması hedeflenmiştir.

3.3. Püskürtmeli Kurutucu ve Liyofilizatör Kullanılarak İzolatların Toz Haline Getirilmesi

Püskürtmeli kurutma işleminden önce izolatlar 1:15 oranında seyreltilip ph: 7 de manyetik karıştırıcı ile karıştırıldı (950 ×G, 1 saat). Çözünmeyen parçacıkların püskürtmeli kurutucunun nodüllerini tıkamaması amacıyla tekrar santrifüj edildi (17400 rpm, 10 dk, 8°C). Süpernatant püskürtmeli kurutma cihazına verildi.



Şekil 3.7: Çalışmada Kullanılan Unopex B 15 Mini Spray Dryer (TR)

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

Püskürtmeli kurutma işlemi için üniversite laboratuvarında bulunan Unopex B 15 Mini Spray Dryer kullanılmıştır (Şekil 3.7). Kurutma havasının sisteme beslenmesini sağlayan aspiratör (%70) açılması sağlanmıştır. Kurutma havası elektrik rezistansları ile ısıtılmaktadır. Sulu çözeltiler için giriş sıcaklık aralığı 100-200 °C aralığında değişkenlik göstermektedir.

Mevcut çalışmada 160°C 'de kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Set değeri hedef sıcaklığa ulaştıncaya basınçlı hava regülatörü çevirilerek (genellikle 7 ile 9 L/dakika arasındadır) sistem saf su ile stabil koşullar sağlanana kadar çalıştırılmaktadır. Pompa yatağı kapatılıp pompa çalıştırılıp nozul yardımıyla pulverize olan sıvının sıcak havayla karşılaşması sonucu buharlaşma gerçekleşmiş olmaktadır. Çıkış sıcaklığının sabitleme değerine kadar düşmesi sağlanmaktadır. Mevcut çalışmada çıkış sıcaklığı 74 °C olacak şekilde pompa 17 mL/dak değerinde ve basınçlı hava debisi 8 L/dak olarak ayarlanmıştır. Elde edilen tozlar hava almayan ambalajlarda -20 °C'de depolanmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8: Çalışmada Püskürtmeli Kurutma (sol) ile Elde Edilen Protein Tozu (sağ)

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

Ekstrakte edilen ve -20°C’ de pH 7’ de depolanan protein izolatlarından protein tozlarını elde etmek için laboratuvar ölçekli liyofilizatör kullanılmıştır (Şekil 3.9). Bu işlem için petri kaplarında ön dondurma işlemi yapılan izolatlar yerleştirilmiş -56 °C ‘de kurutma işlemi başlatılmıştır. Petrilerde 48 saat sonunda kurutulan protein ürünleri alınarak havanda öğütülüp toz haline getirilmiştir. Hava almayan ambalajlarda -20 °C ‘de depolanmıştır.



Şekil 3.9: Çalışmada (sol) Kullanılarak Elde Edilen Protein Tozu (sağ)

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

Kurutma sonunda elde edilen tozların verimi için Shofinita ve Langrish, (2014) çalışmasında belirlediği eşitlik kullanılmıştır.

Toz verimi (%) = [Siklondan çıkan toz ürün ağırlığı (g) / Besleme ağırlığı (g, kb)] x 100

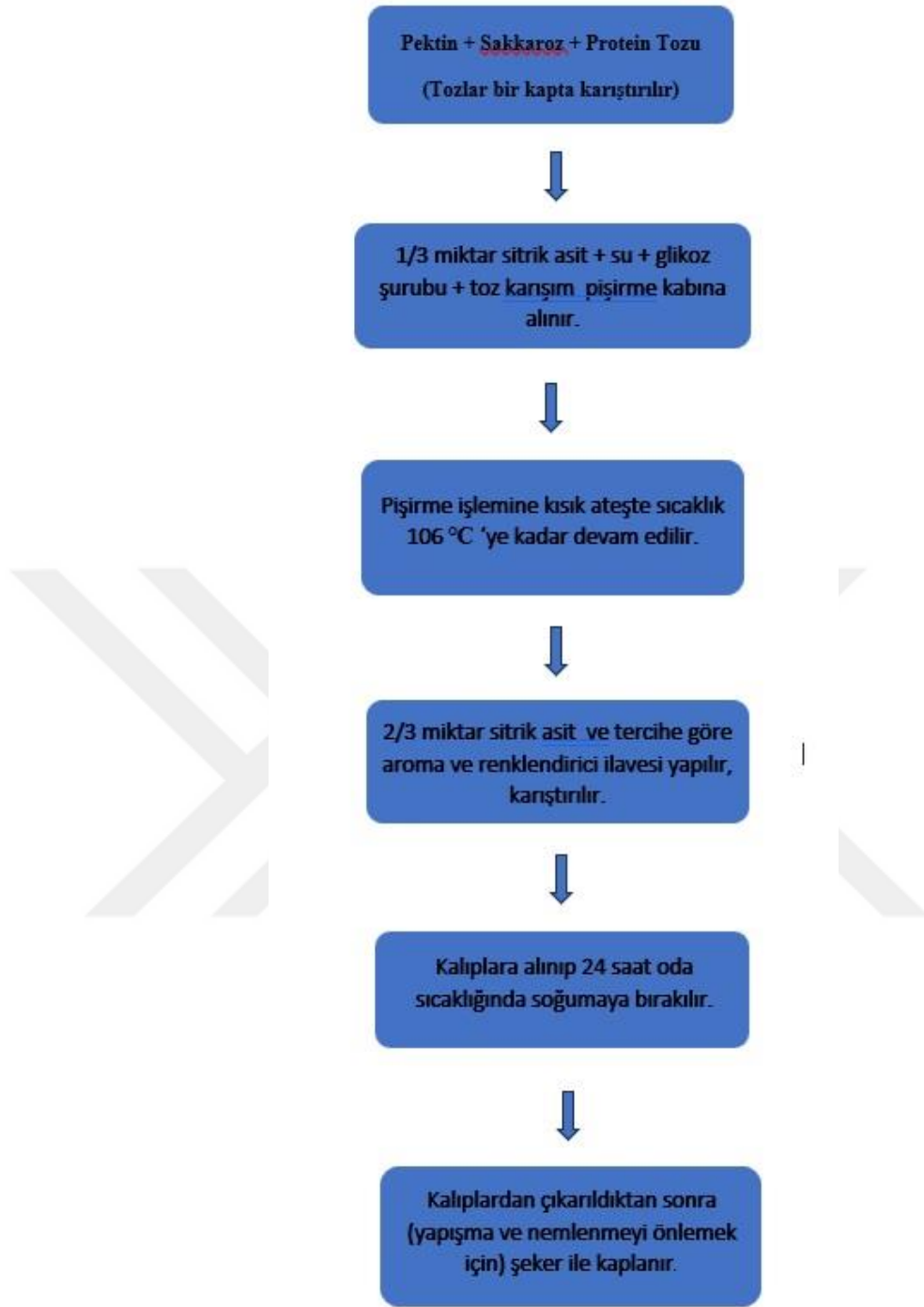
3.4. Pektin Bazlı Yumuşak Şekerleme Yapımı ve Protein Ürünlerinin Eklenmesi

Genel formülü 100 g için 44.14 g şeker, 1.6 g pektin, 26.6 g su, 1.06 g %50'lik sitrik asit solüsyonu, 26.6 glikoz şurubu olan pektin bazlı şekerlemeler hazırlanmıştır. Şekerlemelerin reçetesi, Dr. Panda (2015) tarafından yayınlanan kaynaktan modifiye edilerek ve Kısa (2024), tarafından denemeleri sağlanarak belirlenmiştir (Tablo 3.1). Kuru maddeler karıştırılarak %1 ve %2 ayçiçeği protein ürünleri eklenmiştir. Pişirme kabına glikoz şurubu, su ve sitrik asit (1/3) alınarak kuru maddelerle karıştırılmıştır. Ocağa alınıp 106 °C 'ye kadar karışım kaynatılmıştır (Şekil 3.11). Bu aşamada sitrik asit (2/3) eklenmesi yapılmıştır, aroma ve boya maddesi kullanılmamıştır. Hazırlanan karışım silikon kalıplara dökülmüştür. Şekerleme dökülen kalıpların üzeri, nemlenmesini önlemek amacıyla, şeker ile örtülmüştür (Şekil 3.12). Yumuşak şekerler 24 saatin sonunda kalıplardan çıkarılıp şeker ile kaplanmıştır (Şekil 3.10).

Tablo 3.1: Yumuşak Şekerlemelerin Bileşimi ve Miktarı (100g)

İçindekiler	Miktar (g/100)
Şeker	44,14
Pektin	1,6
Su	26,6
%50'lik Sitrik Asit Solüsyonu	1,06
Glikoz Şurubu	26,6

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 3.10: Yumuşak Şeker Yapım Şeması

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.



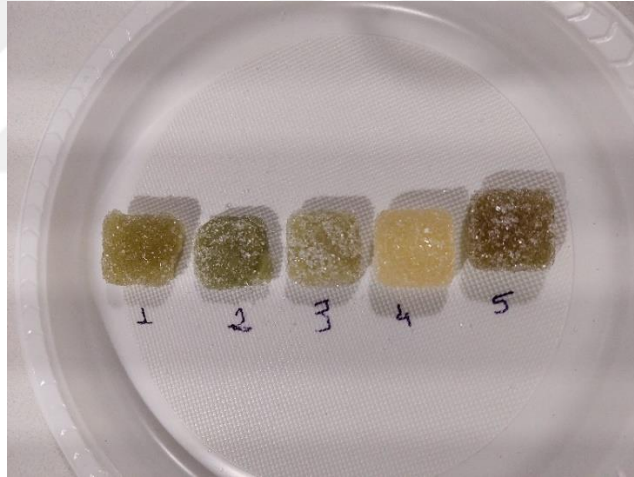
Şekil 3.11: Yumuşak Şekerlerin Pişirilmesi



Şekil 3.12: %1 ve %2 Ayçiçeği Proteini Eklenmiş Şekerleme Örnekleri

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

Püskürtmeli Kurutma ile elde edilen ve liyofilizasyon ile elde edilen protein tozları eklenen (%1 ve %2) örnekler protein eklenmemiş numune ile karşılaştırılmak üzere duyu analize tabi tutulmuştur (Şekil 3.13).



Şekil 3.13: Duyusal Analiz İçin Hazırlanan Şekerleme Örnekleri (1= Liyofilize %1 Protein Eklenmiş Numune, 2= Spray Dryer %2 Protein Eklenmiş Numune, 3= Spray Dryer %1 Protein Eklenmiş Numune, 4= Protein Eklenmemiş Numune, 5= Liyofilize %2 Protein Eklenmiş Numune)

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

3.5. Püskürtmeli Kurutucu ve Liyofilizasyon ile Elde Edilen Ayçiçeği Proteini Tozları Eklenmiş Yumuşak Şekerlemelerin Duyusal Analizi

Düzce Üniversitesi Gölyaka Meslek Yüksek Okulu Aşçılık Programı öğrencilerinden 21 kişi ile yapılan duyusal analiz için; %1 Püskürtmeli Kurutma ile elde edilen protein eklenmiş (SPR1), %2 Püskürtmeli Kurutma ile elde edilen protein eklenmiş (SPR2), %1 Liyofilizasyon ile elde edilmiş protein eklenmiş (LYF1), %2 Liyofilizasyon ile elde edilmiş protein eklenmiş (LYF2), ve protein eklenmemiş (SOB) olmak üzere beş numune katılımcılara denetlenmiştir (Şekil 3.13). Hedonik ve puanlama testi kullanılmıştır (Tablo 3.2).

Tablo 3.2: Duyusal Analizde Uygulanan Puanlama Testi

PUANLAMA TESTİ					
Panelistin adı-soyadı:			Tarih:		
Ürün:			Saat:		
Açıklama: Aşağıda verilmiş olan kalite kriterleri açısından size verilen kodlu örnekleri ayrı ayrı 5 puan üzerinden değerlendiriniz.					
KALİTE KRİTERLERİ	ÖRNEK NUMARALARI				
	1	2	3	4	5
Renk					
Tekstür					
Aroma					
Genel Tat					
Tatlılık					
Uygunsuz tat					
Ekşilik					
Ağız Hissi					
Genel Beğeni					
Puan Değerleri ile İlgili Açıklamalar	1=Çok Kötü	2=Kötü	3=Orta	4=İyi	5=Çok İyi

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Numuneler katılımcılara beyaz tabaklarda numaralandırılarak karışık bir şekilde sunulmuştur. Panelistlerin testteki parametreleri her numune için değerlendirmeleri istenmiştir ve numune denemeleri arasında su içilerek analiz gerçekleştirilmiştir.

3.5.1. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

Laboratuvar ölçeğinde üretilen, püskürtmeli kurutma ve dondurarak kurutma yöntemlerinin şekerleme numuneleri üzerindeki etkisinin karşılaştırmasında yapılan duyu analizi ile elde edilen veriler varyans analizi (ANOVA) ile incelenerek, ortalamaların farkının önemli olup olmadığı ($P < 0,05$), TUKEY testi ile belirlenmiştir. Regresyon analizleri yapılmıştır. Endüstriyel ölçekteki üretimin analizlerinde Excel programı kullanılarak standart sapma ve ortalama hesaplanmıştır.

3.6. Endüstriyel Ölçekte Proteinli Yumuşak Şekerleme Üretimi

Akhisar'da bulunan Kervan Gıda Ar-Ge Merkezindeki pilot tesiste üretim gerçekleştirilmiştir (Manisa) (Şekil 3.14). Tablo 3.3.'de belirtilen hammaddeler kullanılarak pilot ölçekli üretim yapılmıştır.



Şekil 3.14: Kervan Gıda Ar-Ge Merkezi Pilot Tesisi

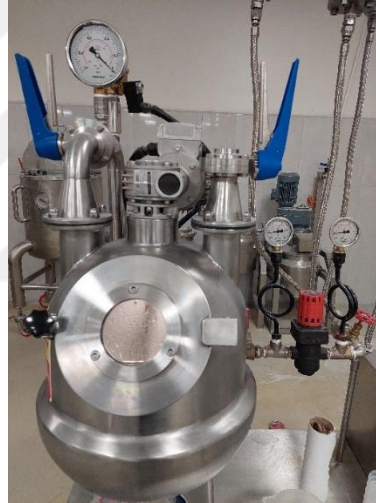
Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

Karıştırıcı 5-20 kg arası üretim yapılabilen çift cidarlı buharlı pişiriciye, 60°C su banyosunda bekletilmiş glikoz şurubu ve oda sıcaklığında su ilavesi yapılarak karıştırılmaya başlanmıştır. Ardından pektin, su ve ayçiçeği proteini karışımı eklenmiştir (Şekil 3.15). Pişiricinin kapağı kapatılarak 106 °C sıcaklığa kadar karışım pişirilmiştir. Kaynama başladıktan 2-3 dk sonra sıcaklık 80 °C'ye düşürülmüştür. Kapak kapalı halde sıcaklık muhafaza edilmiştir (Şekil 3.16).



Şekil.3.15: Khandaby Laboratory Bach Cooker ile Şekerleme Hamurunun Karıştırılması

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.-



Şekil.3.16: Khandaby Laboratory Bach Cooker ile Şekerleme Hamurunun Pişirilmesi

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

Ana hamur uygun kaplara alınarak, her 1 kg için 18 g %60'lık sitrik asit çözeltisine 1 su /3 boya oranında seyreltilen 8 g doğal boya ve 2 g doğal aroma katılmıştır. Kolalı ve elmalı olmak üzere 2 farklı aromalı ürün denemesi yapılmıştır. Elmalı ürünümüz için; “872” kodlu doğal elma aroması ve “Y.S 23” kodlu yeşil renk (doğal spiruna mavisi/ turmerik sarısı/su; 2/1/2 oranında karıştırılarak hazırlanmaktadır) kullanılmıştır.

Kolalı ürünümüz için; “12000069” kodlu doğal kola aroması ve “KM20” kodlu doğal karamel rengi kullanılmıştır (Şekil 3.17).



Şekil.3.17: Şekerlemelerde Kullanılan Renk ve Aromanın Eklenmesi

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

Tablo 3.3: Endüstriyel Ölçekte Üretimi Sağlanan Yumuşak Şekerlemelerin Bileşimi ve Miktarı (1000 g)

İçindekiler	Miktar (g/1000)
Şeker	441,4
Pektin	16
Su	320
%60'lik Sitrik Asit Solüsyonu	18
Glikoz Şurubu	266
Gıda Boyası	8 (1/3, su/boya)
Aroma Verici	2

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Nişasta tabanlı tepsiler ürün pişirilmeden önce seçilen kalıp ve dondurma kalıpları basılarak hazırlanmıştır (Şekil 3.18). Sitrik asit, boya ve aroma katılan ana hamur karıştırılıp, sıcak sudan geçirilerek ısıtılmış hamur dağıtıcı huni ile kontrollü bir şekilde nişasta tabanlı kalıplara dökülmüştür (Şekil 3.19).

Dökme işleminde protein kaynaklı yüzeyde oluşan köpüklü bölüm yumuşak şekerlemelerde şeffaf görüntüyü bozmaması için ayrılmıştır.

Kalıplara dökülen yumuşak şekerlemeler 48 saat oda sıcaklığında dinlendirilmiştir (Şekil 3.20). Bu sürenin sonunda nişastasından arındırılarak şekerle kaplama işlemine tabi tutulmuştur.



Şekil.3.18: Nişasta tabanlı tepsilere kalıpların basılması

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.



Şekil.3.19: Kalıplara yumuşak şekerlemelerin dökülmesi

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.



Şekil.3.20: Yumuşak Şekerlemelerin 48 Saat Oda Sıcaklığında Dinlendirilmesi

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

3.6.1.Yumuşak Şekerlemelerin Duyusal Analizi

Laboratuvar ölçeğinde hazırladığımız protein katkısız numune ve %2 ayçiçeği proteini katkılı numune; endüstriyel ölçekte hazırladığımız kola ve elma aromalı %2 ayçiçeği proteini katkılı numuneler karşılaştırmalı olarak duyusal analize tabi tutulmuştur. Sabahattin Zaim Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri ve öğrencilerinden oluşan 14 kadın ve 16 erkek olmak üzere 18-50 yaş aralığında toplamda 30 kişilik grup ile değerlendirme yapılmıştır. 1(çok kötü) – 5 (çok iyi) arası puanlama yapılması istenmiş ve 4 numune sunulmuştur (Şekil 3.21).



Şekil.3.21: Duyusal Analizde Sunulan Örnekler (1: Kola aromalı, proteinli, 2: elma aromalı, proteinli, 3: referans numune, 4: aroma içermeyen proteinli)

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

Duyusal analizdeki puanlama testinde, aromalı ve proteinli yumuşak şekerleme denemeleri yapan Kısa (2024) 'ün çalışmasında kullandığı örnek sunulmuştur. Sonuçlara göre aromalı ve proteinli şeker numunelerinin laboratuvar ölçeği ile endüstriyel ölçekli üretiminin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

PUANLAMA TESTİ

AD SOYAD:

TARİH:

ÜRÜN KODU	()	()	()	()
GÖRÜNÜŞ				
RENK				
TEKSTÜR				
TAT				
GENEL BEĞENİ				

Puan Değerleri ile ilgili açıklamalar;

1= Çok kötü

2= Kötü

3= Orta

4= İyi

5= Çok iyi

Şekil.3.22: Duyusal Analizde Kullanılan Puanlama Testi

Kaynak: Kısa, 2024

3.6.2.Yumuşak Şekerlemelerin Tekstürel Analizi

Endüstriyel ölçekte ayçiçeği proteinli yumuşak şekerleme üretimi yaptığımız Kervan Gıda Ar-Ge merkezinde tekstür analizi yapılmıştır. P/100 prob ve 100 mm'lik bir plaka kullanılarak Stable Micro Systems TA.XT plus doku analiz cihazı ile analiz gerçekleştirilmiştir.



Şekil.3.23: Yumuşak Şekerlemelerin Tekstürel Analizinde Kullanılan Stable Micro Systems TA.XT Plus Doku Analiz Cihazı

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Protein İzolatlarının Elde edilmesi

Mevcut çalışmada püskürtmeli kurutma yöntemi; endüstriyel ölçekli çalışmalar için uygun olması, uzun süre sorunsuz çalışabilmesi, maliyet olarak daha uygun olması ve sürdürülebilirliği sağlaması gibi nedenler dolayısıyla tercih edilmiştir. Özdemir (2021), susamdan protein ürünlerinin elde edilmesi çalışmasında bağımsız değişken olarak belirlediği hava çıkış sıcaklığının 73°C'ye kadar artırılması halinde protein veriminde artış gözlerken, sıcaklığın daha fazla artması durumunda verimde azalma olduğunu kaydetmiştir. Bu veriler hava çıkış sıcaklığının protein verimi üzerinde doğrudan etkili olduğunu göstermektedir. Hava giriş sıcaklığının ise 165 °C' den yüksek olması proteinlerin özelliklerini etkilediği ve toz ürün verimini düşürdüğü bildirilmiştir. Mansor vd. (2020), pirinç kepeği protein ürünlerinin eldesinde verimin 170 °C'nin üstünde düştüğünü kaydetmiştir. Yüksek sıcaklıklarda hava girişinin proteinlerin denatüre olmasına ve sistemde yapışmaların görülebilmesine neden olmaktadır. Yapılan çalışmalar hava giriş ve çıkış sıcaklıkları arasındaki farkın artması ile doğru orantılı olarak işlem süresinin azaldığını göstermektedir. Protein gibi ısıya hassas ürünlerde sıcaklık farkının optimum düzeyi belirlenirken yüksek sıcaklıklardan kaçınılarak uygun değerler tercih edilmelidir (Narayan vd., 2001).

Mevcut çalışmada; ön denemeler ile elde edilen bilgiler ve literatürde bulunan bulgular değerlendirilerek hava giriş sıcaklığı 160 °C ve hava çıkış sıcaklığı 70 °C olarak belirlenmiştir. Ürünlerdeki kuru madde miktarı kurutma verimi ile ilgili önemli parametrelerdendir. Özdemir (2021), çalışmasındaki verilere göre dondurarak kurutulan proteinlerdeki kuru maddenin püskürtmeli kurutucudan elde edilen proteinlerdeki kuru maddeden daha fazla olduğu bulgulanmıştır. Bunun nedeni olarak, liyofilizasyondaki süblimleşmenin suyun daha etkin uzaklaştırılmasını sağladığı belirtilmiştir (Moeller vd., 2018).

Yapılan alışmalar her iki kurutma yönteminde son üründeki su aktivitesinin (a_w); enzimatik aktivitenin ve mikrobiyolojik faaliyetin olabileceği değerlerin altında olduğunu göstermektedir (Ray ve Bhunia, 2013). Su aktivitesinin işlem süresi ile doğru orantılı olarak düştüğü dolayısıyla liyofilizatrle elde edilen proteinlerin işlem süresi uzun olması dolayısıyla püskürtmeli kurutucuya göre daha düşük su aktivitesine sahip olabileceği belirtilmiştir (zdemir, 2021).

Ayçiçeği protein tozlarındaki kül miktarı literatürde % 1,3 - 2,0 aralığında kaydedilmiştir (Pickardt vd., 2015). zdemir (2021), susam proteinlerindeki mineral maddenin %15,5 (püskürtmeli kurutucu ile elde edilen) ve %19,1 (liyofilizatör ile elde edilen) olduğunu ve iki kurutma yöntemi kıyaslandığında liyofilizatör ile elde edilen tozların kül oranının daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Bitki kaynaklı protein tozlarının toplam protein ve amino asit miktarlarının incelendiği çalışmalarda dondurarak kurutmanın püskürtmeli kurutmaya göre daha avantajlı olduğu bildirilmiştir. Püskürtmeli kurutma sırasındaki yüksek ısı ile karşılaşma, proteinlerde esnek bir yapıya sebep olarak istenmeyen denatürasyon ve termal strese yol açabileceği belirtilmiştir (Haque ve Adhikari, 2015).

Her iki yöntemiyle elde edilen protein tozlarının renklerinin, dondurarak kurutma ile elde edilen ayçiçeği protein tozlarının püskürtmeli kurutucuya kıyasla daha koyu renkli olduğu gözlenmiştir. Mevcut çalışmada şekerleme yapımında kullanma hedefi ile protein tozları üretildiği için baskın bir renk istenmemektedir. Püskürtmeli kurutmada ısıl işlemlere karşı bazı renk bileşenlerinin duyarlı olmuş olabileceği ve liyofilizasyonda rengin daha iyi muhafaza edildiği ngrlmştir (şekil 4.1).



Şekil.4.1: Spray Dryer ile Elde Edilen Protein (sol) ve Liyofilizasyon ile Elde Edilen Protein Arasındaki Renk Farkı(sağ)

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

Protein tozlarının yığın yoğunluğu (kütle/hacim) ve sıkıştırılabilir yığın yoğunluğu (tozun sıkıştırılması sonucu kütle/hacim) değerleri nakliye ve ambalajlama işlemlerini, akışkanlığı ve çözünürlüğü etkilemesinden dolayı önemlidir. Yoğunluğun fazla olması topaklanma ve oksidasyon gibi istenmeyen durumlar için avantaj sağlamaktadır (Barbosa-Canovas, 2005; Koç vd., 2011). Yoğunluk ile sıkıştırılmış yoğunluk arasında farkın az olması ise akışkanlığın iyi olduğu anlamına gelmektedir (Couto vd., 2011) ve toz ürünlerde istenilen bir özelliktir (Kim vd., 2005). Özdemir (2021) susam kepeği protein tozlarının yoğunluk olarak püskürtmeli kurutucudan elde edilenlerin liyofilizatörden elde edilenlere göre fazla olduğunu ama akışkanlık değerinde anlamlı bir farklılık olmadığını bildirmiştir. Birim hacimdeki miktarın daha fazla olması anlamına gelen yüksek yoğunluk değerleri püskürtmeli kurutucudan elde edilen tozların nispeten küçük parçacık içerdiğini göstermektedir.

Literatürde farklı türde kurutma yöntemi denenilen protein tozlarında ıslanabilirlik süresinin püskürtmeli kurutucu ile elde edilen tozlarda dondurarak kurutulan tozlara göre belirgin ölçüde fazla olduğu kaydedilmiştir (Özdemir, 2021). Bunun nedenleri arasında yapısal olarak daha küçük parçacıkların bulunduğu ve yığın yoğunluğu fazla olan tozların dağılmayı zorlaştıran viskoz bir dispersiyon oluşturmaya meyilli olmasındandır.

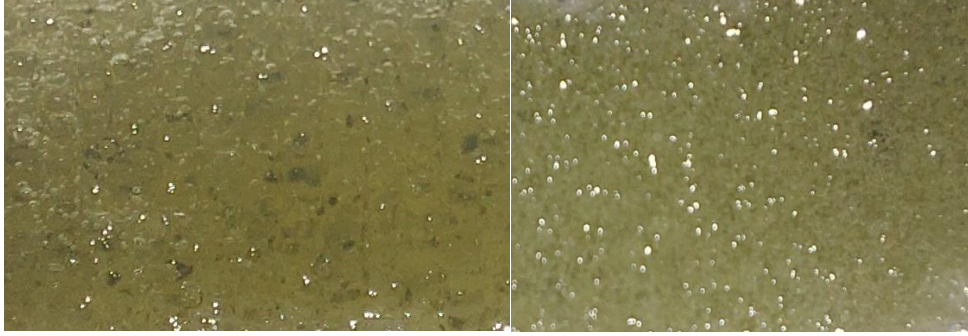
Islanabilirliğin toz ürünlerin partikül boyutu ile değişebileceğine dair çalışmalar mevcuttur. Büyük parçacıkların gözenekliliği ıslanma süresinin kısaltabileceği ve küçük parçacıkların fazla su adsorbsiyonuna müsait olması bu süreyi uzatabileceği belirtilmiştir (Gaiani vd., 2005; Fournaise vd., 2020).

Bir diğer parametre olan dağılılırlik ise ıslanabilirlikle doğru orantılıdır. Özdemir (2021), yaptığı çalışmada liyofilize protein tozunun dağılılırlik değeri %98,6 iken püskürtmeli kurutulmuş protein tozunda %59,6 olarak kaydedilmiştir. Bu farkın yüksek sıcaklığın proteinleri denatürasyonu sonucunu ortaya çıkarabileceği belirtilmiştir. Bununla beraber çözünürlük değerleri benzer çıkmıştır. Çözünürlük üzerinde ortamın pH değeri, hazırlama teknikleri, işlem koşulları gibi farklı etkenler etkili görülmektedir.

Çözünürlük ile su tutma kapasitesi arasında ters orantı olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Çözünürlük ve su tutma özellikleri açısından liyofilizasyon ve püskürtmeli kurutma ile elde edilen protein tozları arasında farklı sonuçlar mevcuttur. Örneğin susam protein tozlarında liyofilizasyonla elde edilenlerin çözünürlüğü daha fazla su tutma kapasitesi daha azken; mercimek ve yer fıstığı protein tozlarında dondurarak elde edilenlerin su tutma kapasitesinin daha yüksek olduğu kaydedilmiştir (Joshi vd., 2011; Liu vd., 2019).

Mevcut çalışmada aynı oranlarda dondurarak ve püskürterek kurutulan ayçiçeği proteinlerinin yumuşak şeker yapısındaki dağılım ve çözünürlüğüne makro çekilen resimler incelendiğinde dondurarak kurutulan proteinlerin aynı şartlar altındaki püskürtmeli kurutucudan elde edilen ayçiçeği proteinlerine göre daha az çözündüğünü ve daha koyu renkli olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2). Bunun nedeni olarak liyofilizasyon işlemi sonrası öğütmenin iyi yapılamaması ve parçacık boyutu olarak daha büyük partiküller halinde kurumasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür. Kurutma işlemi sırasında ürün bileşenlerinde, morfolojisinde ve fiziksel durumunda değişimler söz konusu olabilmektedir. Püskürtmeli kurutma işleminde daha düzgün küresel parçacıklar oluşabildiği, dondurarak kurutmada daha pürüzlü köşeli heterojen büyüklüklerde parçacıklar meydana geldiği kaydedilmiştir (Özdemir, 2021).

Bu durumun çalışmadaki yumuşak şekerlemelere eklenen ayçiçeği proteininin homojen dağılımını etkilemiş olabileceği öngörülmüştür.



Şekil 4.2: Liyofilize (sol) ve Spray Dryer (sağ) Protein Tozu Eklenmiş Şekerleme Örnekleri (Makro Çekim)

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

Protein tozlarının gıda ürünlerindeki beklenen fonksiyonel özelliklerinin bir diğerleri de iki fazlı bir sıvıyı emülsifiye etme kabiliyeti ve bunun stabilitesi, köpük kapasitesi (havanın proteinin yapısında adsorbe edilmesi ile oluşmaktadır) ve stabilitesidir. Bu özellikler üzerinde proteinin karakterinin etkili olması yanında kurutma türünün de etkili olduğu bildirilmiş ama püskürterek ve dondurarak kurutma arasında çok anlamlı farklılıklar kaydedilmemiştir. Yer fıstığı ve soya fasulyesinden elde edilen protein tozları üzerinde yapılan araştırmada; yer fıstığında dondurarak kurutulanların emülsifiye özelliği daha iyiyken, soya fasülyesinde ise tam tersi bir durum gözlenmiştir. Ayrıca köpük yapılarının ve emülsiyon sıvılarının termodinamik olarak kararsız olduğu bilinmektedir (Ahmed ve Schmidt, 1979). Mevcut çalışmamızda ki ayçiçeği protein tozlarının elde edilmesi için ilk aşamada sadece püskürtmeli kurutucu kullanılması endüstriyel üretim hedefi için düşünülmüş olsa da, dondurarak kurutma işleminden elde edilen ürünlerin, mevcut literatürdeki çalışmalar incelendiğinde avantajlı noktalarının olması ve bazı özelliklerde de anlamlı farklılık kaydedilmemesi, araştırmamıza liyofilize protein ürünlerini de eklenmemize yol açmıştır. Son üründe kullanılan protein tozlarında; toplam kuru madde, su aktivitesi, kül miktarı, toplam protein ve aminoasit miktarı, ıslanabilirlik, yağ tutma kapasitesi gibi parametrelerde dondurarak kurutmanın avantajları kaydedilirken, çözünürlük, emülsifiye etme kabiliyeti, köpük oluşturma gibi özellikler de iki kurutma türünde yakın değerler bildirilmiştir.

Renk, yığın yoğunluğu, maliyet, daha hızlı kurutma gibi noktalarda püskürtmeli kurutucunun avantajları belirtilmiştir. Mevcut çalışmada püskürtmeli kurutucu ile çalışılırken teknik aksaklıklarla karşılaşmıştır (Şekil 4.3).

Numune miktarı arttıkça kolektörde toplanan tozlarda nemlenme, kolektörün üstündeki siklonda toz toplanması ve yapışması gibi sorunlar meydana gelmiştir. Bu durumun giderilmesi amacıyla cihazın temizlenmesi, hava akışının kapalı sistemde gerçekleşiyor olduğunun denetlenmesi, eskimiş olduğu düşünülen contaların değiştirilmesi gibi önlemler alındıktan sonra sorunun tekrarlamasının ortamın işlem sırasında neminin artarak son üründeki sorunlara neden olduğu öngörülmüştür.



Şekil 4.3: Püskürtmeli Kurutmada Gözlenen Kolektörde Nemlenme ve Sistemin Parçalarında Ürünün Yapışması Sorunu

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

Çalışma kapsamında dondurarak yapılan kurutma işlemi sonunda elde edilen ürünlerin verimi için; 100 g küspeden 26,3 g protein tozu elde edilirken; püskürtmeli kurutucuda bu değer 100 g küspe için 9,1 g olarak belirlenmiştir. Püskürtmeli kurutucuda verimin düşük olmasına; pH 4,5’de çökelerek elde edilen protein izolatlarının tekrar 1:15 oranında saf su ile karıştırılıp pH 7’de çözelti halinde püskürtmeli kurutucuya verilmesi gerekmesi ama proteinlerin suda çözünürlüğünün oldukça düşük olması neden olabilir. Çözünürlüğü artırma ihtimali olan yüksek sıcaklıklar protein denatürasyonu gibi risklerinden dolayı tercih edilmemiştir. Yumuşak şekerlemelerde kullanılacağı için son üründe pH 7 olması uygun görülmüştür. Ayçiçeği protein tozlarının kolektöre ulaşmadan geçtiği siklonda yapışması da verimin düşmesine neden olmuştur.

Bunun yanında püskürtmeli kurutucuya verilen çözeltideki kuru maddeye göre verim hesabı yapıldığında; cihazın çalışma veriminin yaklaşık %27 olduğu hesaplanmıştır.

4.2. Ayçiçeği Proteinince Zenginleştirilmiş Yumuşak Şekerleme Üretimi

Şekerleme üretiminde son ürünün nem almaması, su aktivitesinin %8-22 aralığında ve düşük olması önem arz etmektedir (Ergun vd., 2010). Çok düşük nem içeriği çığnemenin zorlaşmasına aksi durumda ise üründe yapışmaya neden olabilmektedir.

Sakar (2019) yaptığı çalışmada soya proteini eklediği pektin bazlı yumuşak şekerlemelerin nem içeriğinde artış gözlendiğini bildirmiştir. Mevcut çalışmamızda Kısa (2024)' de benzer bir sonuç kaydetmiştir. Bu durumun nedeni olarak proteinlerin suyu emip şişmesi ve önemli ölçüde su bağlama yeteneğine sahip olması belirtilmiştir (Jideani, 2012).

Formülasyonda kullanılan hidrokolloidin çeşidi, pişirme sıcaklığı ve pH değeri son ürünün su aktivitesinde etkili kritik kontrol noktalarındandır. Pişirme sıcaklığı 106 °C'nin altında kalıplara yapışıp (jölmesi) çıkmama gibi sorunlarla karşılaşmıştır (Şekil 4.4).



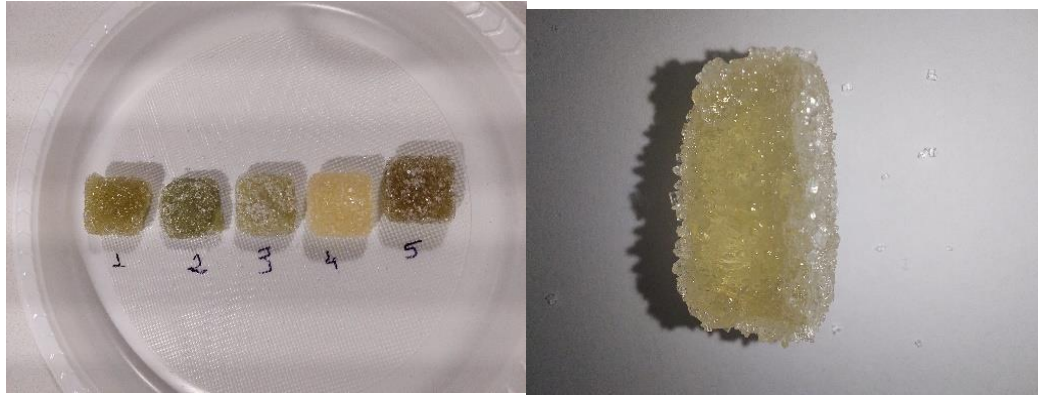
Şekil 4.4: Yumuşak Şekerlemelerde İstenmeyen Yumuşak Jölmesi Yapının Kalıptan Çıkarılmış Hali (sol) ve Referans Yumuşak Şekerleme Yapısı (sağ)

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

Yüksek metoksilli pektinler pH 2,8-3,6 değerlerinde ve %55-85 şeker varlığında (dehidrasyon) uygun jelleşmeyi sağlayabilmektedir (Sessler vd., 2013). Mevcut çalışmada kullanılan formülasyonun (protein ilavesiz) pH: 3,25 ve 74 brix değeri kaydedilmiştir. Yumuşak şekerlemedeki istenilen temel jel yapılı doku ve stabilitesi; pH ve iyonik kuvvet ile doğrudan ilgilidir. İstenilen değerden düşük pH, jel mukavemetini olumsuz etkileyerek ürünün sertliğini düşürebilmektedir. Ticari şekerlemelerde sert ve çiğnenebilir bir yapı istenilmektedir.

Soya proteini ilave edilen bir çalışmada protein ilavesinin şekerlemenin sertlik değerini artırdığı kaydedilmiştir ve bunun nedeninin pektin ve soya proteininin etkileşimi olabileceği öngörülmüştür (Sakar, 2019).

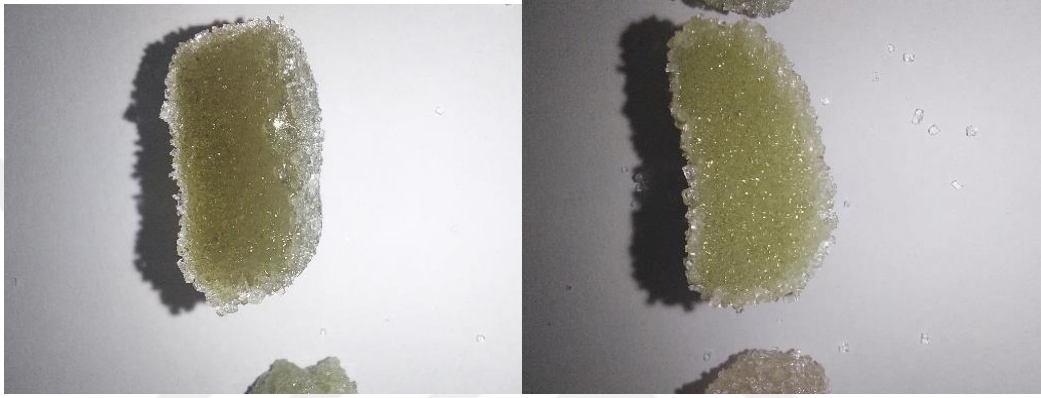
Renk, gıda ürünlerinde tüketicinin gözlemlediği ilk kalite kriterlerindedir ve algıyı etkileyebilen önemli bir parametredir. Araştırmada liyofilizasyon ile elde edilen proteince zenginleştirilmiş numunelerinde daha kahverengimsi renk gözlenirken püskürtmeli kurutma ile elde edilen numunelerde ise daha yeşilimsi renk gözlenmiştir. Şekerlemede protein oranı arttıkça rengin daha koyulaştığı görülmektedir. Protein ilavesiz numune ise daha parlak ve açık renklidir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5: Numunelerdeki Renk Farkı (sol) (1= Liyofilize %1 Protein Eklenmiş Numune, 2= Spray Dryer %2 Protein Eklenmiş Numune, 3= Spray Dryer %1 Protein Eklenmiş Numune, 4= Protein Eklenmemiş Boş Numune, 5= Liyofilize %2 Protein Eklenmiş Numune) ve Protein Eklenmemiş Numune (Makro çekim) (sağ)

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

Yumuşak şekerlemelerdeki (özellikle liyofilize protein kullanılan) renkte kahverengileşmenin görülmesi akla Maillard reaksiyonunu getirmektedir. Maillard reaksiyonu; amino asitler ve şeker arasında meydana gelen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonudur ve gıdanın uzun süreli ısıya veya yüksek sıcaklıklara maruz kalması, ortamın pH değerinin yükselmesi ve su aktivitesine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Şekerleme yapımında yüksek sıcaklıklara çıkılıyor olması Maillard reaksiyonuna sebebiyet verirken proteinlerin renginin yapısındaki fenoliklerden dolayı koyu olması şekerlemenin rengini etkilemiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6: Yumuşak Şekerlemelerin %2 (sol) ve %1 (sağ) Protein Ürünü Eklenmiş Görüntüsü

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

4.3. Üretilen Ayçiçeği Proteinince Zenginleştirilmiş Yumuşak Şekerlemelerin Duyusal Analiz ile Karşılaştırılması

Yumuşak şekerlemelerde tüketicinin kabulünde belirli karakteristikleri karşılaması beklenmektedir. Mevcut araştırmamızda 21 panelist üzerinde yapılan duyu analizde 9 parametrede (renk, tekstür, aroma, genel tat, tatlılık, uygunsuz tat, ekşilik, ağız hissi, genel beğeni) 5 tane farklı içerikli (protein eklenmemiş, %1 püskürtmeli kurutulmuş protein, %2 püskürtmeli kurutulmuş protein, %1 liyofilize protein, %2 liyofilize protein) numune sunulmuştur. 1-5 arası puanlama yapılan hedonik skala kullanılmıştır. SPSS programı kullanılarak veriler varyans analizi (ANOVA) ile incelenerek, ortalamaların farkının önemli olup olmadığı ($P < 0,05$), TUKEY testi ile belirlenmiştir. Regresyon analizleri yapılmıştır. Gruplara göre ortalama puan ve standart sapma değerleri Tablo 4.1 'deki gibi kaydedilmiştir.

Tablo 4.1: Laboratuvar Ölçekli Proteince Zenginleştirilmiş Yumuşak Şekerlemelerin Duyusal Analiz Sonuçları

Örnekler	Proteinsiz	Spray Dryer %1 Proteinli	Spray Drayer %2 Proteinli	Liyofilize %1 Proteinli	Liyofilize %2 Proteinli
Renk	3,9 ± 0,1	3,14 ± 1,31	3 ± 0,94	2,85 ± 1	3,57 ± 1,2
Tekstür	3,5 ± 1,05	3,3 ± 1,03	2,9 ± 0,1	2,95 ± 1,32	3,71 ± 1,27
Aroma	3 ± 1,18	3,42 ± 1,2	2,66 ± 1,11	2,85 ± 1,27	3 ± 1,3
Genel Tat	3,19 ± 0,92	3,42 ± 1,07	3,14 ± 0,96	3,33 ± 0,85	3,19 ± 0,92
Tatlılık	3,33 ± 1,11	3,23 ± 0,94	3 ± 1,04	3,42 ± 1,12	3,23 ± 0,94
Uygunsuz Tat	2,38 ± 1,32	2,33 ± 1,35	2,33 ± 1,35	2,38 ± 1,46	2,33 ± 1,31
Ekşilik	2 ± 1	2 ± 0,94	2 ± 1,09	2,33 ± 1,35	1,85 ± 0,85
Ağız Hissi	3,61 ± 0,86	3,38 ± 0,92	2,8 ± 0,92	2,9 ± 1,13	3,23 ± 1,04
Genel Beğeni	3,28 ± 1,24	3,28 ± 0,9	2,85 ± 0,96	3,14 ± 0,96	3,04 ± 1,07

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Sonuçlar SPSS programı kullanılarak istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Varyans ve regresyon analizleri ($p < 0,05$ önem düzeyi) ile değerlendirilmiştir. Tek yönlü varyans analizinde homojenlik testi yapılmış ve tüm parametreler için şartı ($\text{sig.} > 0,05$) sağlamıştır. Post hoc analizlerinden Tukey testi her kalite parametresi için numune çeşitlerine göre uygulanmış ve gruplar arası anlamlı farklılık olup olmadığı detaylı incelenmiştir (Ek1).

Panelistlerin değerlendirmesine göre liyofilizasyon ile elde edilen %1 protein katkılı şekerleme örneğinin renginin puan ortalamasının 2,85 ($ss=1,014$) ve %2 protein katkılı şekerleme örneğinin puan ortalamasının 3,57 ($ss= 1,207$) olduğu görülmektedir. Püskürtmeli Kurutma ile elde edilen %1 protein katkılı şekerleme örneğinin renginin puan ortalamasının 3,14 ($ss= 1,314$) ve %2 protein katkılı şekerleme örneğinin puan ortalamasının 3,000 ($ss= 0,948$) olduğu görülmektedir (Tablo 4.1).

Tablo 4.2: Duyusal Analizde Panelistlerin Protein İçeriğine Göre Renk Puanlarının ANOVA Test Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Karaler Toplamı	Sd	Kareler ort.	F	p	Fark
Gruplar Arası	15,752	4	3,938	3,225	0,016	Blank >Liyofilize 1
Gruplar İçi	122,095	100	1,221			
Toplam	137.848	104				

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Araştırma Sorusu:

Duyusal Analizdeki panelistlerin yumuşak şekerlemelere ilave edilen protein içeriğine göre renk puanlamalarının arasında anlamlı fark var mıdır?

Yapılan ANOVA testi sonuçlarına göre duyusal analizdeki panelistlerin protein içeriğine göre renk puanlamaları arasında anlamlı bir fark çıkmıştır ($p < 0,05$). Yapılan post hoc testi sonucunda; protein ilavesi yapılmamış (Blank) örnek ($\bar{x}=3,904$) ile liyofilizasyon ile elde edilen %1 protein katkılı (Liyofilize1) örnek ($\bar{x}=2,85$) arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür (Tablo 4.2).

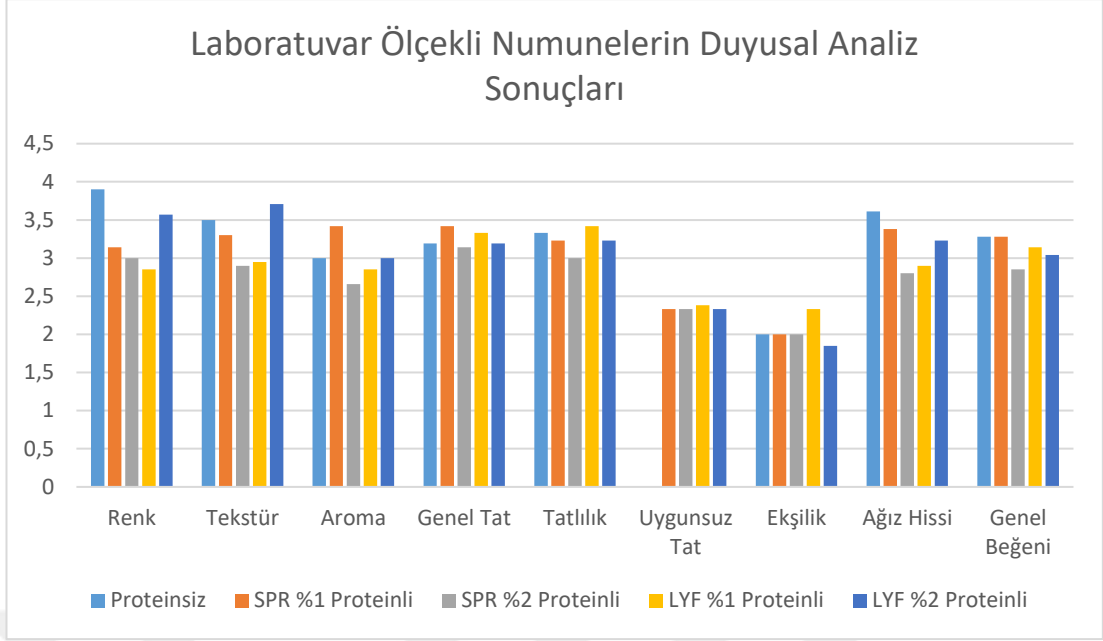
Duyusal analiz sonuçlarda diğer kalite parametrelerinin panelistler tarafından değerlendirilmesine göre; liyofilizasyon ile elde edilen %1 protein katkılı şekerleme örneğinin sırasıyla tekstür, aroma, genel tat, genel beğeni puan ortalamalarının 2,95 (ss=1,32); 2,85 (ss=1,27); 3,33 (ss=0,85); 3,14 (ss=0,96) olduğu ve %2 protein katkılı şekerleme örneğinin puan ortalamalarının 3,71 (ss=1,27); 3 (ss=1,3); 3,19 (ss=0,92); 3,04 (ss=1,07) olduğu görülmektedir. Püskürtmeli Kurutma ile elde edilen %1 protein katkılı şekerleme örneğinin sırasıyla tekstür, aroma, genel tat, genel beğeni puan ortalamalarının 3,3 (ss=1,03); 3,42 (ss=1,2); 3,42 (ss=1,07); 3,28 (ss=0,9) olduğu ve %2 protein katkılı şekerleme örneğinin puan ortalamalarının 2,9 (ss=0,1); 2,66 (ss=1,11); 3,14 (ss=0,96); 2,85 (ss=0,96) olduğu görülmektedir (Tablo 4.1).

Araştırma Sorusu:

Duyusal Analizdeki panelistlerin yumuşak şekerlemelere ilave edilen protein içeriğine göre tekstür, aroma, genel tat, tatlılık, uygunsuz tat, ekşilik, ağız hissi ve genel beğeni puanlamalarının arasında anlamlı fark var mıdır?

Yapılan ANOVA testi sonuçlarına göre duyusal Analizdeki panelistlerin yumuşak şekerlemelere ilave edilen protein içeriğine göre tekstür, aroma, genel tat, tatlılık, uygunsuz tat, ekşilik, ağız hissi ve genel beğeni puanlamalarının arasında anlamlı fark çıkmamıştır ($p>0,05$) (Ek1).

Regresyon analizinde protein katkısının kalite parametrelerine etkisi değerlendirilmiştir. Model Summary tablosundan varyansın ne kadar açıklandığı ya da ilgili değişkenin ne kadar etkilendiğine; Anova tablosundan ise bu açıklamanın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığına bakılmıştır. Numune içeriklerinin farklılığı yani belli oranlarda protein eklenmesi istatistiksel anlamlı olarak ($p<0,05$) panelistlerin renk parametresindeki beğenisini %7, kıvam parametresindeki beğenisini %6, ağız hissi parametresindeki beğenisini %3 etkilemiştir. Aroma, genel tat, tatlılık, uygunsuz tat, ekşilik ve genel beğeni parametrelerinde anlamlı bir etki kaydedilmemiştir ($p>0,05$) (Ek1).



Şekil 4.7: Laboratuvar Ölçekli Proteinli Yumuşak Şekerlemelerin Duyusal Analiz Sonuçları Grafiği

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Laboratuvar ölçeğinde hazırlanan örneklerde renklendirici kullanılmamıştır ve protein katkısının ürünün rengi konusundaki beğeniyi düşürdüğü görülmektedir. Protein katkılı yumuşak şekerlemeler arasında %2 liyofilize protein katkılı örneğin renginin daha çok beğenildiği kaydedilmiştir. Tekstürü ile ilgili yapılan değerlendirmede ise %2 liyofilize protein tozu eklediğimiz numune diğerlerinin hepsinden daha yüksek puan almıştır. Aroma puanlamalarına bakıldığında proteinli ve proteinsiz numunelerin ortalamalarının arasında anlamlı fark görülmezken, %1 püskürtmeli kurutulmuş protein tozu eklenen numunenin aromasını ortalamanın altında puanlayan olmamıştır. Örneklerin genel tadı panelistler tarafından ortalamanın üstünde puanlanmış ve protein katkısının olumsuz sonucu kaydedilmemiştir. Tatlılık değerlendirmesinde %2 spray dryer tozu eklediğimiz numunenin diğerlerine göre daha az tatlı bulunduğu görülmektedir. Uygunsuz tat parametresindeki sonuçlar benzer ortalamadadır ve katılımcıların beğeniyi engelleyen veya istenmeyen bir tat ile karşılaşmadığını göstermektedir. Aroma katkısı ile istenmeyen tadın iyileştirilebileceği öngörülmüştür. Duyusal analizde panelistler tarafından ağızda numunelerin çiğnenmesi halinde bıraktığı his değerlendirilmiş ve %2 spray dryer protein eklenen numune en az beğenilirken diğerlerinin benzer değerlerde olduğu görülmektedir.

Geliştirilen yeni ürünlerde tüketicinin genel beğenisi önemli olmaktadır. Sonuçlar değerlendirildiğinde %2 spray dryer protein tozu eklediğimiz numunenin ortalamanın altında bir beğeni topladığını ama diğer numunelerin ortalamanın üstünde puanlandığı kaydedilmiştir (Şekil 4.7).

4.4. Endüstriyel Ölçekte Proteinli Yumuşak Şekerleme Üretimi

Yumuşak şekerleme kategorisinde tüketicilerin kabulü için çeşitli karakteristik duysal ve tekstürel özellikler bulunmaktadır. Kullanılan reçetede her bileşenin kalitesi ve miktarı belirli bir özelliği değiştirebilmektedir. Örneğin su miktarı yapının sertliği üzerinde etkili olurken kullanılan karbonhidratların moleküler ağırlığı çignemeye karşı dayanıklılık ile doğrudan ilişkili olabilmektedir. Protein ilavesinin ölçüsü ve niteliğinin şekerlemenin esnekliğini değiştirebilmesi muhtemeldir (Komes vd., 2011). Beklenen jelimsi yapının oluşması ve istenilen duysal kriterleri sağlayan aroma salınımı için kullanılan ajanın çeşidi ve miktarı; sakkaroz gibi yapıdaki diğer maddeler ile etkileşimi, kullanılan glikoz şurubunun DE (Dekstroz değeri) değeri, işlem basamakları ve süreleri gibi parametreler önemli olmaktadır.

Yapılan çalışmaların jelatin kullanılan örneklerin pektin bazlı örneklere göre daha sıkı ve sert bir yapıda olduğu gözlenirken pektin olan şekerleme örneklerinin çabuk deforme olabilen kısa ısırlı yumuşak yapıda olduğu belirtilmiştir (Piccone vd., 2011). Endüstriyel ölçekte yapılan üretimde formülasyona eklenen ilave bileşenin ürünün prosesindeki koşul ve sıcaklıklarda fonksiyonunu kaybetmemesi aynı zamanda son ürünün nem içeriği, pH değeri, jel yapısı, viskozitesi, kristalizasyon derecesi gibi kritik özelliklerini olumsuz yönde etkilememesi beklenmektedir.

Geliştirmeye çalışılan ayçiçeği proteini katkılı yumuşak şekerlemelerin ön denemelerinde Kısa (2024), yaptığı ölçümlerde protein oranı arttıkça pH değerinin yükseldiğini kaydetmiştir. Mevcut yüksek metoksilli pektinin pH 2,8-3,5 aralığında jelleştiği bilinmektedir. Protein ilavesi %2 olan şekerlemede, standart reçetede uygun pH değerinden daha yüksek bulunmasına rağmen son üründe jelleşme sağlanmıştır. Proteinin varlığı, pektin ile etkileşimi ve ısıl denatürasyona bağlı olarak jelleşmeyi desteklediği düşünülmüştür (Kısa, 2024).

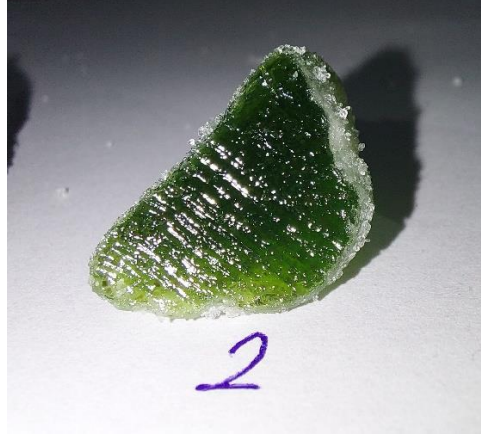
Laboratuvar ölçekli denemelerde Kısa (2024); Brix değeri yaklaşık %78,4- %78,8 aralığında ve Türk Gıda Kodeksi standardına uygun olduğunu, su aktivitesi değerinin 0,7-0,75 aralığında olduğunu kaydetmiştir. Su aktivite değeri ayçiçeği proteini varlığında anlamlı bir değişiklik göstermezken, nem miktarının ve pişirme süresinin arttığı gözlenmiştir. Proteinlerin yapısındaki pozitif ve negatif yüklerden dolayı su tutma özelliğinin iyi seviyede olduğu bilinmektedir (Aktaş vd., 2002).

Çalışmanın ilk aşamasında ayçiçeği küspesinden elde edilen izolatları iki farklı kurutma tekniği kullanılarak toz haline getirilip, %1 ve %2 ölçüsünde formülasyona ilave edildi ve duyu analizi uygulandı. Sonuç olarak liyofilizasyon ve püskürtmeli kurutma teknikleri arasında ciddi bir fark gözlenmediği için endüstriyel ölçekte üretimde ikisinin de kullanımı uygun olduğu değerlendirildi. Endüstriyel ölçekte kullanılan protein numunesi, yaklaşık %80'e yakın protein içeriğine sahiptir. Ticari satılan ayçiçeği proteinlerinden farklı olarak laboratuvar ortamında elde edilen protein tozlarının rengi daha yeşildir ve üründe ciddi bir renk koyuluğuna sebebiyet vermektedir. Aroma ve renk seçiminde daha iyi maskeleyeceği düşünülerek karamel renkli kola aromalı ve yeşil renkli elma aromalı ürün yapımı tercih edildi. Son ürünlerde beklenilenden daha koyu kahverengi ve yeşil renkler oluştu (Şekil 4.16 ve 4.17).



Şekil 4.8: Endüstriyel Ölçekte Üretilen Proteinli Kola Aromalı Şekerleme

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.



Şekil 4.9: Endüstriyel Ölçekte Üretilen Proteinli Elma Aromalı Şekerleme

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

Akhisar’da Kervan Gıda tesislerindeki yapılan üretimde; küçük ölçekteki üretimlerden farklı olarak sitrik asit ve su miktarını gereğince artırarak doğal aroma ve renk maddesi ilavesi yapıldı. Nişastalı kalıplara dökülen şekerlemeler 48 saat dinlendirildikten sonra nişastasından arındırılıp şekerle kaplama işlemine tabi tutulmuştur. Nihai ürünün duyusal ve tekstürel olarak değerlendirilmesi yapılmıştır.

4.4.1. Yumuşak Şekerlemelerin Duyusal Analizi

Duyusal analiz 18-20 yaş arası toplamda 30 panelist ile gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar Tablo 4.2’da yer almaktadır.

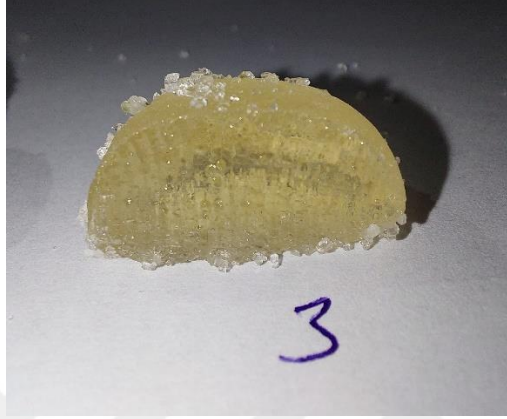
Tablo 4.3: Endüstriyel Üretimli Proteince Zenginleştirilmiş Yumuşak Şekerlemelerin Duyusal Analiz Sonuçları

Örnekler	Endüstriyel	Endüstriyel	Aromasız	Aromasız %2
	Ölçek	Ölçek	Proteinsiz	Proteinli
	Kola Aromalı	Elma Aromalı	Referans	
	%2 Proteinli	%2 Proteinli		
Görünüş	3,76 ±1	4,26±0,7	4,26±0,8	3,43±0,6
Renk	3,5 ±1	4,3±0,7	4,23±0,7	3,26±1
Tekstür	3,6±1,1	3,53±1,2	4±1	3,46±1,1
Tat	3,7±1	3,6±1,03	3,7±1,08	2,9±1,06
Genel Beğeni	3,8±0,8	3,86±1	3,86±0,9	3,06±1

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

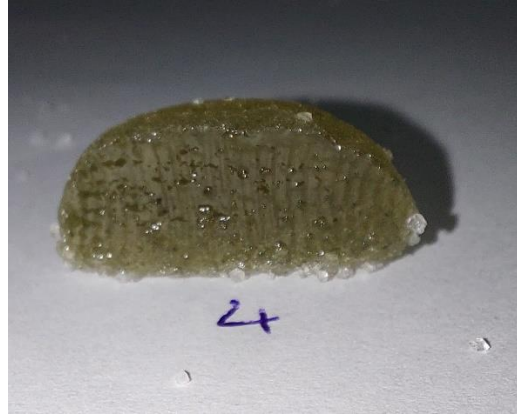
Ayçiçeği proteinin ilavesinin şekerleme numunelerinin görünüş ve renk açısından tüketici beğenisini düşürdüğü görülmektedir. Yumuşak şekerlemelerin şeffaf parlak yapısının istenmeyen yeşilimsi koyu bir renge dönüşmesi tüketici beğenisinin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır (Şekil 4.10 ve 4.11). Endüstriyel ölçekli üretimde denenen kola aromalı (karamel renkli) ve elma aromalı (yeşil renkli) numunelerden elmalı olan görünüş ve renk olarak tüketiciye daha çok hitap etmiştir (Şekil 4.8 ve 4.9).

Tekstürel yapı olarak panelistler, protein ilavesinin, şekerlemede kolay deforme olabilen, daha yumuşak kumsu ve basık bir yapıya neden olduğunu, referans numunenin yine pektin bazlı şekerlemelerde gördüğümüz kısa ısırıklı olduğunu ama daha sıkı yapıda olduğunu belirtmişlerdir. Protein ilavesi tekstür olarak beğeni düşürse de jel oluşumunun olması şekerlemelerin geliştirilmesi ile iyileştirilebileceğini düşündürmektedir.



Şekil 4.10: Protein İçermeyen Referans Numune

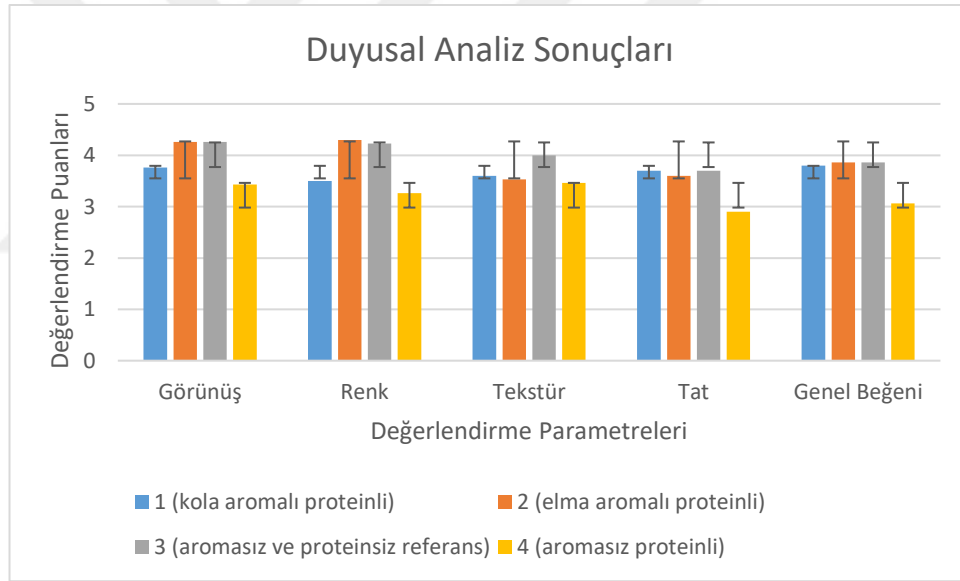
Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.



Şekil.4.11: Aroma İçermeyen Proteinli Numune

Kaynak: Araştırmacı tarafından çekilmiştir.

Tat olarak öncelikle referans numunenin aroma içermemesi dolayısıyla aromalı proteinli numuneler ile benzer beğeni sağlandığı görülmüştür. Aromasız proteinli ürünlerin ise panelistler tarafından daha az kabul gördüğü bulgulanmıştır. Endüstriyel ölçekteki üretimde aroma bulunsa da bazı katılımcılar hafifçe istenmeyen acımsı bir tat olduğunu belirtmişlerdir. Protein ilavesi ile orantılı şekerlemenin aroma salınımının olumsuz etkilenmiş olabileceği öngörülmüştür. Proteinlerin aroma maddelerini bağlayarak iyonik ve elektrostatik etkileşimler ile gıda matrisinde salınımını azalttığı bilinmektedir. Proteinlerin ısı ile denatüre olması yapısındaki hidrojen bağlarının zayıf hale gelmesine ve polipeptit zincirinin çözünmesi aroma maddeleri ile daha çok etkileşime açık hale gelmesine neden olmaktadır. Ayçiçeği protein ürünleri elde edilirken tamamen uzaklaştırılamayan fenolik bileşikler özellikle klorojenik asit varlığı aroma bileşenlerinin salınımını azaltmakta ve algılanan aromayı değiştirebildiği de bilinmektedir (Büyükkurt ve Selli, 2020).



Şekil 4.12: Endüstriyel Üretimli Proteine Zenginleştirilmiş Yumuşak Şekerlemelerin Duyusal Analiz Sonuçları Grafiği

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Genel olarak baktığımızda yeni ürün olarak ayçiçeği proteinli yumuşak şekerlemelerin ortalamasının üzerinde bir beğeni topladığını (Şekil 4.12), endüstriyel ölçekte üretime geliştirilmesi halinde uygun olduğu düşünülmektedir.

4.4.2. Yumuşak Şekerlemelerin Tekstürel Analizi

Doku, şekerleme ürünleri için çok önemli bir kalite göstergesidir. Ticari bir yumuşak şekerlemelerde genellikle sert ve çiğnenebilir bir yapı beklenir. Dolayısıyla bu çalışmada temel amaç pektin bazlı şekerler için sert ve çiğnenebilir bir yapı elde etmektir. Yüksek metoksil pektin jelleri elde etmek için, ortamın dehidrasyonunu sağlamak ve pektin-su etkileşimini önlemek için şeker ihtiyacı vardır. Ayrıca pektinin negatif yükünü azaltmak için asidik ortama ihtiyaç vardır, böylece pektin molekülleri arasındaki itme ortadan kaldırılır ve pektin-pektin etkileşimi desteklenir (Thakur vd., 1997)

Sakar (2019) yaptığı çalışmada soya proteini ilavesinin yumuşak şekerlemelerin sertliğini artırdığını bunun nedeni olarak pektin-protein etkileşimi olabileceğini belirtmiştir. Kısa (2024) çalışmasının küçük ölçekli denemelerinde uyguladığı tekstürel analizde bu değerlendirmeye paralel sonuçlar kaydetmiştir. Protein ilavesi sertliği, yapışkanlığı, sakızimsılığı ve çiğnenebilirliği artırmıştır. Pektin bazlı yumuşak şekerlemelerin ayçiçeği proteinince zenginleştirilmesi tekstürel olarak jel oluşumunu desteklediği bulunmuştur.

Protein varlığı pektinin jel oluşumunu desteklediği, pektinin karboksil grupları ile proteinin peptit bağları arasında hidrojen sınırlaması ile oluşan interaksiyon gıdalarda istenilen doku özelliklerini sağladığı belirtilmektedir (Koç ve Elmas, 2019). Mevcut çalışmadaki endüstriyel üretimdeki şekerleme numunelerinin sertlik, sakızimsılık, çiğnenebilirlik gibi jel oluşumu ile ilgili parametrelerindeki (Kısa (2024) çalışmasındaki sonuçlar ile karşılaştırıldığında) laboratuvar ölçekli proteinli numuneye göre çıkan düşük değerler kuru madde miktarının düşmüş olması ya da pektinin etkili jelleşme gösteremediği öngörülmüştür.

Tablo 4.4: Endüstriyel Üretimli Proteince Zenginleştirilmiş Yumuşak Şekerlemelerin Tekstürel Analiz Sonuçları

Numune	Proteinsiz Ürün	%2 Proteinli (Endüstriyel Üretim)
Sertlik (g)	4648,7 ± 62	351,6 ± 224,9
Yaylanma	0,79 ± 0,1	0,17 ± 0,1
İç Yapışkanlık	0,38 ± 0,03	0,29 ± 0,1
Sakızımsılık	1771,1 ± 24	116,2 ± 54,1
Çiğnenebilirlik	1399,5 ± 45	43,6 ± 23,9
Esneklik	0,16 ± 0,1	0,44 ± 0,3

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Endüstriyel ölçekli üretimde, laboratuvarında kullanılan reçeteden farklı olarak su miktarı ve asit miktarı gereğince artırılmıştır. Proses endüstriyel ölçeğe uyumlu hale getirilmeye çalışılmıştır. Tekstürel sonuçlar duyu analizi sonuçları ile paralel olarak, protein ilavesinin yapının daha yumuşak; yaylanması, çiğnenebilirliği ve sakızımsılığı oldukça düşük ağızda dağılan kumsu yapının oluştuğunu göstermektedir (Tablo 4.3).

SONUÇ

Beden sağlığı için protein alımı olmazsa olmaz bir ihtiyaçtır. Günümüzde alternatif protein kaynaklarına ihtiyaç duyulmakta ve bitkisel kaynaklara giderek ilgi artmaktadır. İç piyasadaki pektin bazlı yumuşak şekerlemelerde vitamin desteği eklendiği ama protein katkılı ürünlerin bulunmadığı gözlenmiştir. Bu da bizi bu konuda araştırmaya yönlendirmiştir. Bu çalışmanın konusu ve kapsamı; vegan/vejetaryen beslenen tüketici gruplarının tercihi, helal gıda sınırlarına dikkat edenlerin hassasiyeti ve pek çok ülkede bu yönde uygulamaların görülmesi, hayvansal protein kaynaklarının fazla tüketilmesi durumunda vücutta olumsuz etkilerinden çekinen hasta gruplarının talebi gibi ihtiyaçlara cevap vermesi açısından önem arz etmektedir.

Endüstriyel kullanımda protein kaynağının elde edilmesinde ideal kurutma yönteminin seçilmesinin önemi ve bunun birçok parametreyi doğrudan etkilediği görülmektedir. Gıdalarda kullanılmak üzere kurutulan protein tozlarında; toplam kuru madde, su aktivitesi, kül miktarı, toplam protein ve aminoasit miktarı, ıslanabilirlik, yağ tutma kapasitesi gibi parametrelerde dondurarak kurutmanın avantajları kaydedilirken, çözünürlük, emülsüfiye etme kabiliyeti, köpük oluşturma gibi özellikler de iki kurutma yöntemi arasından yakın değerler bildirilmiştir. Renk, yığın yoğunluğu, maliyet, daha hızlı kurutabilme gibi noktalarda da püskürtmeli kurutucunun avantajları belirtilmiştir. Kurutma tekniklerinin karşılaştırılması amacı ile yapılan duyuşal analiz sonuçlarına bakıldığında, 21 katılımcının beğeni oldukça çeşitlilik göstermiş ve örneklerin hazırlarken aroma/rek katkısı eklenmediği halde genel beğenin ortalamanın üstünde olduğu görülmektedir. Dondurarak ve püskürterek kurutmaya tabi tuttuğumuz protein tozları ayrı ayrı %1 ve %2 oranında eklenmiş ve aralarında panelistlerin değerlendirmesinde anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Mevcut şartlarda 2 teknikle de elde edilen protein ürünlerinin endüstriyel ölçekte uygulamaya uygun olduğu öngörülmüştür.

Endüstriyel üretimde bu bileşenlerin kullanılabilirliğini görmek analiz etmek, amacıyla Kervan Gıda Ar-Ge merkezinde, protein ürünlerini %2 oranında ilave ederek belirlediğimiz reçete ölçüsünde üretim gerçekleştirildi. İstenmeyen koyu yeşilimsi rengi iyileştirmek ve tüketicinin duyuşal olarak beğeni artırmak amacıyla doğal aroma ve renklendirici tercih ettiğimiz kola aromalı ve elma aromalı olmak üzere 2 çeşit deneme yapıldı.

Gerçekleştirilen duyuşsal analizde 30 panelist değerlendirmiştir bunun sonucunda; referans numuneye göre protein ilavesinde, görünüşte daha basıklık, renkte daha koyuluk, tekstür olarak daha yumuşaklık ve ağızda bıraktığı kumsu his gibi olumsuzluklar kaydedilirken, protein ilaveli numuneler arasında aroma ve renk eklenmesi görünüş ve tatta iyileşmeye katkı sağlamıştır. Elma aromalı ürün kola aromalı ürüne göre daha kabul görmüştür. Tekstürel analiz sonuçları da duyuşsal analizi desteklemekte ve yapının sertliğinin beklenilenden az olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak vegan proteinli yumuşak şekerlemelerin, geliştirmeye ihtiyaç duyan ama bunun yanında kabul edilebilir ve ticarileşmeye elverişli nitelikte olduğu düşünölmektedir.

Şekerleme sektörü, yüksek oranda karbonhidrat içermesi ve kalorili olmasından dolayı obezite ile mücadele edilen günümüzde risk sayılabilecek gruptadır. Lezzet için tüketilen şekerleme ürün grubunda sağlık açısından pozitif etkili fonksiyonların eklenmesi önemli görölmekte ama bu katkıların dokusal ve duyuşsal olarak tüketiciler tarafından kabul edilebilir olması beklenmektedir. Şekerleme ürünlerinin yapısı potansiyel olarak ürün geliştirme katkıları için uygun bir ortam olarak karşımıza çıkmaktadır. Gelecekte bu konudaki çalışmaların daha fazla olması öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

- Adhikari, B. Howes, T., Bhandari, B. R., Troung, V. (2003). Surface stickiness of drops of carbohydrate and organic acid solutions during convective drying: Experiments and modelling. *Dry Technol*, 21(5): 839-873.
- Agyare, K.K., Xiong, Y.L., Addo, K., (2008). Influence of salt and pH on the solubility and structural characteristics of transglutaminasetreated wheat gluten hydrolysate. *Food Chemistry* 107(3): 1131-1137.
- Ahmed, E. M., Schmidt, R. H. (1979). Functional properties of peanut and soybean proteins as influenced by processing method. *Peanut Science*, 6(1), 1-6.
- Ahmed, MH., Vasas, D., Hassan, A., Molnar, J. (2022). The impact of functional food in prevention of malnutrition, *PharmaNutrition*, Article 100288.
- Akçınar, F., (2009). İstanbul Sanayi Odası, *Uluslararası Ticaret Merkezi (ITC) Projesi Kapsamında Örnek Ürün Analizleri Çalışması*, İstanbul..
- Altan A., (1991). *Özel gıdalar teknolojisi*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana, s:72–97.
- Aryee, A.N.A., Agyei, D., Udenigwe, C.C., (2018). 2- Impact of processing on the chemistry and functionality of food proteins. *Proteins in Food Processing (Second Edition)*, *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*, 2018, Pages 27-45.
- Assegehegn, G., Brito-de la Fuente, E., Franco, J. M., Gallegos, C. (2019). The importance of understanding the freezing step and its impact on freeze-drying process performance. *J Pharm Sci*, 108(4): 1378-1395.
- Aytemur, E., (2017). *Adaçayı Yağının Püskürtmeli Kurutucu ile Enkapsülasyonuna Taşıyıcı Malzemelerin Etkisi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Barbosa-Canovas, G. V., Ortega-Rivas, E., Juliano, P., Yan, H. (2005). Size reduction. In *Food Powders. Physical Properties, Processing, and Functionality*. *Kluwer Academic/Plenum Publishers*, New York, ABD.

- Batır, S.B. (2018). *Physicochemical and functional properties of Phaseolus coccineus L. protein isolate obtained by isoelectric precipitation method* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bau HM, Mohtadi Nia DJ, Mejean L ve Debry G, (1983). Preparation of colorless sunflower protein products: effect of processing on physicochemical and nutritional properties. *J Am Oil Chem Soc* 60:1141–1148.
- Bingöl, G., (1972). *Proteinler*, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, Sayı:30.
- Boye, J., Zare, F., Pletch, A., 2010. Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Research International* 43(2): 414-431.
- Burey, P., Bhandari, B., Rutgers, R., Halley, P. ve Torley, P., 2009, Confectionery gels: A review on formulation, rheological and structural aspects, *International Journal of Food Properties*, 12(1): 176-210.
- Canistro, D., Vivarelli, F., Ugolini, L., Pinna, C., Grandi, M., Antonazzo, I. C., Cirillo, S., Sapone, A., Cinti, S., & Lazzeri, L. (2017). Digestibility, toxicity and metabolic effects of rapeseed and sunflower protein hydrolysates in mice. *Italian Journal of Animal Science*, 16, 462– 473.
- Charoen, R., Samedboworn, W., Phuditcharnchnakun, S. ve Khuntawetap, T., (2015). Development of antioxidant gummy jelly candy supplemented with Psidium guajava leaf extract, *Applied Science and Engineering Progress*, 8(2), 145-151.
- Coşkun, Ö., Çakır, B., Vahapoğlu, B., Gülseren, İ. (2019). Influence of extraction conditions on structural and functional characteristics of black cumin protein concentrates and ACE-inhibition in their hydrolyzates. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(3), 2328-2338.
- Couto, R., Araújo, R., Tacon, L., Conceição, E., Bara, M., Paula, J., Freitas, L. (2011). Development of a phytopharmaceutical intermediate product via spray drying. *Drying Technology*, 29(6), 709–718.

- Cuq, B., Rondet, E., Abecassis, J. (2011). Food powders engineering, between knowhow and science: Constraints, stakes and opportunities, *Powder Technol*, 208(2): 244-251.
- Dabbour, M., He, R., Mintah, B., Golly, M. K., & Ma, H. (2020). Ultrasound pretreatment of sunflower protein Impact on enzymolysis, ACE-inhibition activity, and structure characterization. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44, e14398.
- Dabbour, M., He, R., Mintah, B., Golly, M. K., & Ma, H. (2020). Ultrasound pretreatment of sunflower protein Impact on enzymolysis, ACE-inhibition activity, and structure characterization. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44, e14398.
- Dabbour, M., He, R., Mintah, B., Xiang, J., & Ma, H. (2019). Changes in functionalities, conformational characteristics and antioxidative capacities of sunflower protein by controlled enzymolysis and ultrasonication action. *Ultrasonics sonochemistry*, 58, 104625.
- Elez Garofulić, I., Zorić, Z., Pedisić, S., DragovićUzelac, V. (2016). Optimization of sour cherry juice spray drying as affected by carrier material and temperature. *Food Technol Biotech*, 54(4), 441- 449.
- Ergun, R., Lietha, R. & Hartel, R.W. (2010). Moisture and shelf life in sugar confections. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50, 162–192.
- Fazaeli, M., Emam-Djomeh, Z., Kalbasi Ashtari, A., Omid, M. (2012). Effect of spray drying conditions and feed composition on the physical properties of black mulberry juice powder. *Food Bioprod Process*, 90: 667e675.
- Fournaise, T., Burgain, J., Perroud, C., Scher, J., Gaiani, C., Petit, J. (2020). Impact of formulation on reconstitution and flowability of spray-dried milk powders. *Powder Technology*, 372, 107-116.
- Gaiani, C., Banon, S., Scher, J., Schuck, P., Hardy, J. (2005). Use of a turbidity sensor to characterize micellar casein powder rehydration: influence of some technological effects. *Journal of Dairy Science*, 88(8), 2700–2706.

- Garcia, M.C., Puchalska, P., Esteve, C., Marina, M.L., (2013). Vegetable foods: A cheap source of proteins and peptides with antihypertensive, antioxidant, and other less occurrence bioactivities, *Talanta, Volume 106*, Pages 328-349.
- Gassmann B., (1983). Preparation and application of vegetable proteins, especially proteins from sunflower seed, for human consumption. *An approach. Nahrung* 27:351–369.
- Gharsallaoui, A., Roudaut, G., Chambin, O., Voilley, A. and Saurel, R. (2007). Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients. *Food Res Int*, 40(9): 1107-1121.
- Gharsallaoui, A., Roudaut, G., Voilley, C.O., Saurel, R., (2007). Applications of spray drying in micriencapsulation of food ingredients and overview, *Food Research Internetal*, 40, 1107-1121.
- Gheyasuddin S, (1970). Studies of the proteins and the polyphenols of sunflower seed (*Helianthus annuus*). *Diss Abstr Int B Sci Eng* 31:2451–523.
- Gonzalez-Perez, S., Vereijken, J.M. (2007). Sunflower proteins: overview of their physicochemical, structural and functional properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(12), 2173-2191.
- Goula, A. M., Adamopoulos, K. G. (2010). A new technique for spray drying orange juice concentrate. *Innov Food Sci Emerg Technol*, 11(2): 342-351.
- Gültekin Subaşı, B., Vahapoğlu, B., Capanoglu, E., Mohammadifar, M.a. (2021). A review on protein extracts from sunflower cake: Techno-functional properties and promising modification methods, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62 (24) (2021), pp. 6682-6697.
- Gürses, Ö.L., (1986). *Gıda İşleme Mühendisliği-II*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Habinshuti, I., Chen, X., Yu, J., Mukeshimana, O., Duhoranimana, E., Karangwa, E., Muhoza, B., Zhang, M., Xia, S., & Zhang, X. (2019). Antimicrobial, antioxidant and sensory properties of Maillard reaction products (MRPs) derived from sunflower, soybean and corn meal hydrolysates. *Food Science and Technology*, 101, 694– 702.

- Hadidi, M., Aghababaei F., McClements D.J. (2023). Sunflower meal//cake as a sustainable protein source for global food demand: Toward a zero-hunger world, *Food Hydrocolloids*, Volume 147, Part A.
- Haque, M. A., Adhikari, B. (2015). Drying and Denaturation of Proteins in Spray Drying Proces. A. S. Mujumdar(Ed.). *Handbook of Industrial Drying*. (pp. 971-984).
- Haque, M. A., Timilsena, Y. P., Adhikari, B. (2015). Spray drying. *Drying Technologies for Foods, Fundamentals ve Applications New India Publishing Agency, India*, (Nema, P. K., chief ed.), pp.79-106.
- Jackson E.B., Lees R., (1973). Sugar Confectionery and Chocolate Manufacture. *Leonard Hill (Books) Limited, Londra*, 226-268 s.
- Jideani, V.A. (2012). Functional Properties of Soybean Food Ingredients in Food Systems. *In: Soybean - Biochemistry, Chemistry and Physiology*. Pages 345–366.
- Joshi, M., Adhikari, B., Aldred, P., Panozzo, J. F., Kasapis, S. (2011). Physicochemical and functional properties of lentil protein isolates prepared by different drying methods. *Food Chemistry*, 129, 1513-1522.
- Karınca, M., (2011). *Vitamin ve Mineraller ile Zenginleştirilmiş Yumuşak Şekerleme (Jelly) Üretiminin Optimizasyonu* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Kasapoğlu, C., (2015). *Püskürtmeli Kurutucu ile Çözünür İhlamur Çayı Üretimi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisan Tezi). İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul.
- Kaur, R.P., Ghoshali, G., (2022). Sunflower protein isolates-composition, extraction and functional properties, *Advances in Colloid and Interface Science*, Volume 306, 102725.
- Kesen, A., (2023). *Antosiyaninler ile Zenginleştirilmiş Yumuşak Şeker Formülasyonlarının ve Kalorisi Azaltılmış Alternatiflerinin Geliştirilmesi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.

- Keshani, S., Daud, W.R.W., Nourouzi, M.M., Namvar, F., Ghasemi, M., (2015). Spray drying; An overview on wall deposition, process and modeling, *Journal of Food Engineering*, 146:152-62.
- Kısa, Ö., (2024). *Yumuşak Şekerlemelerin Proteince Zenginleştirilmesi Amacıyla Ticarileşebilecek Bitkisel Protein Kaynaklarının Şekerleme Ürünlerinde Değerlendirilmesi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, İstanbul.
- Kilic Büyükkurt, O., Selli, S. (2020). Aroma Maddelerinin Salınımında Etkili Faktörler. *GIDA* (2020) 45 (2): 204-216
- Kim, E. H. J., Chen, X. D., Pearce, D. (2005). Effect of surface composition on the flowability of industrial spray-dried dairy powders. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 46(3), 182–187.
- Koç, G., (2018). *Püskürtmeli Kurutucu ile Ispanak ve Havuç Sularının Kurutulması ve Örnek Gıda Sisteminde Denenmesi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Koç, M., Elmas F., (2019). Pektinin Gıda Bileşenleri ile İnteraksiyonu. *Türk Tarım ve Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 7(9): 1360-1366, 2019
- Koç, M., Koç, B., Sakin-Yılmaz, M., Kaymak-Ertekin, F., Susyal, G., Bağdatlıoğlu, N. (2011). Physicochemical characterization of whole egg powder microencapsulated by spray drying. *Drying Technology*, 29, 780-788.
- Konar, N., Palabiyik, I., Toker, O.S., Sagdic, O., (2016). Chewing gum: Production, quality parameters and opportunities for delivering bioactive compounds. *Trends in Food Science & Technology* Volume 55, Pages 29-38.
- Liu, J., Li, P., Jiang, Z., Yang, R., Zhang, W. (2019). Characterisation of peanut protein concentrates from industrial aqueous extraction processing prepared by spray and freeze drying methods. *International Journal of Food Science and Technology*, 54, 1597– 1608.
- Luo, P., & He, D. P. (2018). Preparation of liposome encapsulating angiotensin-I-converting enzyme inhibitory peptides from sunflower protein hydrolysates. *Molecular Medicine Reports*, 17, 5306– 5311.

- Mansor, M. R., Krishnan, T. S., Md Sarip, M. S., Saidi, S. A. (2020). Rice bran protein powder production using spray drying technique: effect of temperature, feed flowrate and air flowrate. *Materials Science and Engineering*, 864, 012189.
- Mansor, M. R., Krishnan, T. S., Md Sarip, M. S., Saidi, S. A. (2020). Rice bran protein powder production using spray drying technique: effect of temperature, feed flowrate and air flowrate. *Materials Science and Engineering*, 864, 012189.
- Megías, C., Pedroche, J., Yust, M.d.M., Alaiz, M., Girón-Calle, J., Millán, F., & Vioque, J. (2009). Stability of sunflower protein hydrolysates in simulated gastric and intestinal fluids and Caco-2 cell extracts. *Food Science and Technology*, 42, 1496–1500.
- Moeller, H., Martin, D., Schrader, K., Hoffmann, W., Lorenzen, P. C. (2018). Spray- or freeze-drying of casein micelles loaded with Vitamin D2: Studies on storage stability and in vitro digestibility. *Food Science and Technology*, 97, 87-93.
- Morgan CA, Herman N, White PA, Vesey G. (2006). Preservation of micro-organisms by drying; a review. *J Microbiol Methods*, 66(2): 183-19.
- Mudgil, D., Barak, S., Khatkar, B.S. (2011). Food additives in confectionery industry: An overview. *Indian Food Packer*, 65(3), 80–83.
- Narayan, P., Marchant, D., Wheatley, M. A. (2001). Optimization of spray drying by factorial design for production of hollow microspheres for ultrasound imaging. *Journal of Biomedical Materials Research*, 56(3), 333-341.
- Novák, P., Havlíček, V. (2016). Protein Extraction and Precipitation. *Proteomic Profiling and Analytical Chemistry*, 51–62.
- Onat, B., Arıoğlu H., Güllüoğlu L., Kurt, C., Bakal, H., (2017). Dünya ve Türkiye’de Yağlı Tohum ve Ham Yağ Üretimine Bir Bakış. *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 20 (Özel Sayı), 149-153, 2017.
- Önder, H., Aydar, A. (2022). Şekerleme Üretiminde Kullanılan Hammaddeler Ve Fonksiyonel Yumuşak Şekerleme Üretimi. *Aydın Gastronomy*, 6 (1): 65-78.
- Önder, H., Aydar, A.Y., (2021). Şekerleme Üretiminde Kullanılan Hammaddeler ve Fonksiyonel Yumuşak Şekerleme Üretimi. *Derleme, Aydın Gastronomy*, 6 (1), 65-78.

- Özdam, T., Çapanoğlu, E. ve Altay, F. (2013). A review on protein-phenolic interactions and associated changes. *Food Research International*, 51: 954-970.
- Özdemir, E., Görgüç, A., Gençdağ, E., Yılmaz, F., (2021). Püskürtmeli Kurutma ve Dondurarak Kurutma Yöntemlerinin Temelleri ve Bu Yöntemler ile Gıda Atıklarından Toz Ürünlerin Üretimi. *Gıda the Journal of Food* E-ISSN 1309-6273, ISSN 1300-3070.
- Özdemir, E.E. (2021). *Püskürtmeli Kurutma ve Dondurarak Kurutma Yöntemleri Kullanılarak Susam İşleme Atığından Bitkisel Protein Tozu Üretimi ve Toz Ürün Karakterizasyonu* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Pickardt, C., Eisner, P., Kammerer, D. R., Carle, R. (2015). Pilot plant preparation of lightcoloured protein isolates from de-oiled sunflower (*Helianthus annuus L.*) press cake by mild-acidic protein extraction and polyphenol adsorption, *Food Hydrocolloids*, 44, 208- 219.
- Pisano, R., Barresi A. A., Fissore, D. (2011). Innovation in monitoring food freeze drying. *Dry Technol*, 29 (16): 1920-1931.
- Pojić, M., Mišan, A., Tiwari, B. (2018). Eco-innovative technologies for extraction of proteins for human consumption from renewable protein sources of plant origin. *Trends in Food Science and Technology*, 75, 93-104.
- Prado, D. M. F.d., Almeida, A. B.d., Olivera Filho, J. G.d., Alves, C. C. F., Egea, M. B., & Lemes, A. C. (2020). Extraction of bioactive proteins from seeds (corn, sorghum, and sunflower) and sunflower byproduct Enzymatic hydrolysis and antioxidant properties. *Current Nutrition & Food Science*, 16, 1–11.
- Ratti, C. (2013). Freeze drying for food powder production. *Handbook of Food Powders Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*, (Bhandari, B., chief ed.), Sawston, pp. 57-84.
- Ray, B., Bhunia, A. (2013). Fundamental food microbiology, *CRC Press*, 663, Florida.
- Robertson JA ve Russell RB, (1972). Sunflower: America's neglected crop. *J Am Oil Chem Soc* 49:239–244.

- Sakar, E.G., (2019). *In Vitro Digestibility Of Soy-Protein Isolate Containing Soft Candies Formulated With D-Psicose* (Unpublished PhD Dissertation). Middle East Technical University, Ankara.
- Salgado, P.R., Molina Ortiz, S.E., Petrucelli, S., Mauri A.N., (2010). Sunflower Protein Concentrates and Isolates Prepared from Oil Cakes Have High Water Solubility and Antioxidant Capacity. *National Research Council (CONICET)*. Grant Number: 6094.
- Sathe, S.K., (2002). Dry bean protein functionality. *Critical Reviews in Biotechnology*, 22 (2) (2002), pp. 175-223.
- Schössler, K., Jäger, H., Knorr, D. (2012). Novel contact ultrasound system for the accelerated freeze-drying of vegetables. *Innov Food Sci Emerg Technol*, 16: 113-120.
- Scilingo, A.A., Ortiz, S.E.M., Martínez, E.N., Añón, M.A.C., 2002. Amaranth protein isolates modified by hydrolytic and thermal treatments. Relationship between structure and solubility. *Food Research International* 35(9): 855-862.
- Sessler, T., Weiss, J. & Vodovotz, Y. (2013). Influence of pH and soy protein isolate addition on the physicochemical properties of functional grape pectin confections. *Food Hydrocolloids*, 32, 294–302.
- Shih, F.F., Daigle, K.W., 2000. Preparation and characterization of rice protein isolates. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 77(8): 885- 889.
- Shofinita, D., Langrish, T. A. G. (2014). Spray drying of orange peel extracts: Yield, total phenolic content, and economic evaluation. *Journal of Food Engineering*, 139, 31-42.
- Sosulski, F., (1979). Food uses of sunflower proteins, *J Am Oil Chem Soc*, 56 (1979), pp. 438-442.
- Souza, A. S., Borges, S. V., Magalhães, N. F., Ricardo, H. V., Cereda, M. P., Daiuto, E. R. (2009). Influence of spray drying conditions on the physical properties of dried pulp tomato. *Food Sci Technol*, 29(2): 291-294.
- Suliman, M.A., El Tinay, A.H., Elkhalfifa, A.E.O., Babiker, E.E., Elkhalfil, E.A.I., 2006. Solubility as influenced by pH and NaCl concentration and functional

properties of lentil proteins isolate. *Pakistan Journal of Nutrition* 5(6): 589-593.

Şen, Y., (2017). *Vakum Pişirmenin Sert Şeker Kalite Karakteristikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi ve İşlem Parametrelerinin Optimizasyonu* (Yüksek Lisans Tezi). Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.

Tarım ve Orman Bakanlığı, Mayıs 2022.

Thakur, B.R., Singh, R.K. & Handa, A.K. (1997). Chemistry and Uses of Pectin - A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37, 47–73.

Tirgar, M., Silcock, P., Carne, A., Birch, E. J. (2017). Effect of extraction method on functional properties of flaxseed protein concentrates. *Food Chemistry*, 215, 417-424.

Tontul, İ., Topuz, A. (2017). Spray-drying of fruit and vegetable juices: Effect of drying conditions on the product yield and physical properties. *Trends Food Sci Technol*, 63: 91-102.

Torun, Z., (2023). *Ayçiçeği Yağı Küspesi ve Kabak Çekirdeği Yağı Küspesinden Protein Ekstraksiyonu Koşullarının Optimizasyonu* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Ünal, M.H. (2021). *Yumuşak Jöle Tipi Şekerleme Üretiminde Farklı Prebiyotik Kaynaklarının Kullanımı* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.

Velliquette, R. A., Fast, D. J., Maly, E. R., Alashi, A. M., & Aluko, R. E. (2020). Enzymatically derived sunflower protein hydrolysate and peptides inhibit NFκB and promote monocyte differentiation to a dendritic cell phenotype. *Food Chemistry*, 126563.

Vioque, J., Sánchez-Vioque, R., Clemente, A., Pedroche, J., Millán, F., 2000. Partially hydrolyzed rapeseed protein isolates with improved functional properties. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 77(4): 447-450.

Yavuz, M., Özçelik, B., (2016). Bitkisel Protein İzolatlarının Fonksiyonel Özellikleri. *Akademik Gıda* 14(4) (2016) 424-430.

Yel, F., (2022). *Jelly Yumuşak Şeker Ürünü İçin Proses Parametrelerinin Son Ürün Üzerine Etkisi ve Optimizasyonu* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.

Yin, S.W., Tang, C.H., Cao, J.S., Hu, E.K., Wen, Q.B., Yang, X.Q., 2008. Effects of limited enzymatic hydrolysis with trypsin on the functional properties of hemp (*Cannabis sativa L.*) protein isolate. *Food Chemistry* 106(3): 1004-1013.

Zhao, Q., Xiong, H., Selomulya, C., Chen, X. D., Huang, S., Ruan, X., Sun, W. (2013). Effects of spray drying and freeze drying on the properties of protein isolate from rice dreg protein. *Food and Bioprocess Technology*, 6(7), 1759-1769.



EK1

İSTATİSTİK ANALİZ SONUÇLARI

1. Regresyon Analizleri

Hazırlanan proteince zenginleştirilmiş örneklerin protein içeriklerinin değiştirilmesinin duyu analizde panelistlerin sırasıyla renk, tekstür, aroma, genel tat, tatlılık, uygunsuz tat, ekşilik, ağız hissi ve genel beğeni değerlendirmelerini anlamlı etkileme durumu incelenmiştir.

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	numune içeriği ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: renk

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,288 ^a	,083	,074	1,10785

a. Predictors: (Constant), numune içeriği

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	11,433	1	11,433	9,316	,003 ^b
	Residual	126,414	103	1,227		
	Total	137,848	104			

a. Dependent Variable: renk

b. Predictors: (Constant), numune içeriği

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,595	,254		10,236	,000
	numune içeriği	,233	,076	,288	3,052	,003

a. Dependent Variable: renk

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	numune içeriği ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: kıvam

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,266 ^a	,071	,061	1,13025

a. Predictors: (Constant), numune içeriği

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	9,811	1	9,811	7,680	,007^b
	Residual	129,024	101	1,277		
	Total	138,835	102			

a. Dependent Variable: kıvam

b. Predictors: (Constant), numune içeriği

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,634	,259		10,170	,000
	numune içeriği	,217	,078	,266	2,771	,007

a. Dependent Variable: kıvam

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	numune içeriği ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: koku

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,072 ^a	,005	-,004	1,22350

a. Predictors: (Constant), numune içeriği

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,805	1	,805	,538	,465 ^b
	Residual	154,186	103	1,497		
	Total	154,990	104			

a. Dependent Variable: koku

b. Predictors: (Constant), numune içeriği

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,805	,280		10,016	,000
	numune içeriği	,062	,084	,072	,733	,465

a. Dependent Variable: koku

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	numune içeriği ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: genel tat

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,007 ^a	,000	-,010	,95451

a. Predictors: (Constant), numune içeriği

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,005	1	,005	,005	,943 ^b
	Residual	93,843	103	,911		
	Total	93,848	104			

a. Dependent Variable: genel tat

b. Predictors: (Constant), numune içeriği

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3,310	,218		15,149	,000
	numune içeriği	-,005	,066	-,007	-,072	,943

a. Dependent Variable: genel tat

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	numune içeriği ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: tatlılık

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,007 ^a	,000	-,010	1,03134

a. Predictors: (Constant), numune içeriği

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,005	1	,005	,004	,947 ^b
	Residual	109,557	103	1,064		
	Total	109,562	104			

a. Dependent Variable: tatlılık

b. Predictors: (Constant), numune içeriği

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3,262	,236		13,819	,000
	numune içeriği	-,005	,071	-,007	-,067	,947

a. Dependent Variable: tatlılık

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	numune içeriği ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: uygunsuz tat

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,005 ^a	,000	-,010	1,34366

a. Predictors: (Constant), numune içeriği

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,005	1	,005	,003	,959 ^b
	Residual	185,957	103	1,805		
	Total	185,962	104			

a. Dependent Variable: uygunsuz tat

b. Predictors: (Constant), numune içeriği



Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,367	,308		7,696	,000
	numune içeriği	-,005	,093	-,005	-,051	,959

a. Dependent Variable: uygunsuz tat

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	numune içeriği ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: ekşilik

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,128 ^a	,016	,007	1,05178

a. Predictors: (Constant), numune içeriği

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1,905	1	1,905	1,722	,192 ^b
	Residual	113,943	103	1,106		
	Total	115,848	104			

a. Dependent Variable: ekşilik

b. Predictors: (Constant), numune içeriği

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,324	,241		9,654	,000
	numune içeriği	-,095	,073	-,128	-1,312	,192

a. Dependent Variable: ekşilik

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	numune içeriği ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: ağız hissi

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,208 ^a	,043	,034	,99325

a. Predictors: (Constant), numune içeriği

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4,576	1	4,576	4,639	,034 ^b
	Residual	101,614	103	,987		
	Total	106,190	104			

a. Dependent Variable: ağız hissi

b. Predictors: (Constant), numune içeriği

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,748	,227		12,087	,000
	numune içeriği	,148	,069	,208	2,154	,034

a. Dependent Variable: ağız hissi

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	numune içeriği ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: genel izlenim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,033 ^a	,001	-,009	1,02999

a. Predictors: (Constant), numune içeriği

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,119	1	,119	,112	,738 ^b
	Residual	109,271	103	1,061		
	Total	109,390	104			

a. Dependent Variable: genel izlenim

b. Predictors: (Constant), numune içeriği

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3,052	,236		12,948	,000
	numune içeriği	,024	,071	,033	,335	,738

a. Dependent Variable: genel izlenim

2. ANOVA Testi Verileri

Oneway

Descriptives

renk

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Liyofilize1	21	2,8571	1,01419	,22131	2,3955	3,3188	1,00	5,00
spraydryer 2	21	3,0000	,94868	,20702	2,5682	3,4318	1,00	5,00
spraydryer 1	21	3,1429	1,31475	,28690	2,5444	3,7413	1,00	5,00
blank	21	3,9048	,99523	,21718	3,4517	4,3578	1,00	5,00
Liyofilize2	21	3,5714	1,20712	,26342	3,0220	4,1209	1,00	5,00
Total	105	3,2952	1,15129	,11235	3,0724	3,5180	1,00	5,00

Test of Homogeneity of Variances

renk

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,174	4	100	,327

ANOVA

renk

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	15,752	4	3,938	3,225	,016
Within Groups	122,095	100	1,221		
Total	137,848	104			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: renk

Tukey HSD

(I) numune içeriği	(J) numune içeriği	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Liyofilize1	spraydryer2	-,14286	,34100	,993	-1,0902	,8045
	spraydryer1	-,28571	,34100	,918	-1,2331	,6616
	blank	-1,04762*	,34100	,022	-1,9950	-,1003
	Liyofilize2	-,71429	,34100	,231	-1,6616	,2331
spraydryer2	Liyofilize1	,14286	,34100	,993	-,8045	1,0902
	spraydryer1	-,14286	,34100	,993	-1,0902	,8045
	blank	-,90476	,34100	,069	-1,8521	,0426
	Liyofilize2	-,57143	,34100	,454	-1,5188	,3759
spraydryer1	Liyofilize1	,28571	,34100	,918	-,6616	1,2331
	spraydryer2	,14286	,34100	,993	-,8045	1,0902
	blank	-,76190	,34100	,176	-1,7093	,1855
	Liyofilize2	-,42857	,34100	,718	-1,3759	,5188
blank	Liyofilize1	1,04762*	,34100	,022	,1003	1,9950
	spraydryer2	,90476	,34100	,069	-,0426	1,8521
	spraydryer1	,76190	,34100	,176	-,1855	1,7093
	Liyofilize2	,33333	,34100	,865	-,6140	1,2807
Liyofilize2	Liyofilize1	,71429	,34100	,231	-,2331	1,6616
	spraydryer2	,57143	,34100	,454	-,3759	1,5188
	spraydryer1	,42857	,34100	,718	-,5188	1,3759
	blank	-,33333	,34100	,865	-1,2807	,6140

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Oneway

Descriptives

kıvam

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Liyofilize1	21	2,9524	1,32198	,28848	2,3506	3,5541	1,00	5,00
spraydryer2	21	2,9048	,99523	,21718	2,4517	3,3578	1,00	5,00
spraydryer1	20	3,3000	1,03110	,23056	2,8174	3,7826	1,00	5,00
blank	20	3,5500	1,05006	,23480	3,0586	4,0414	2,00	5,00
Liyofilize2	21	3,7143	1,27055	,27726	3,1359	4,2926	1,00	5,00
Total	103	3,2816	1,16667	,11496	3,0535	3,5096	1,00	5,00

Test of Homogeneity of Variances

kıvam

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,940	4	98	,444

ANOVA

kıvam

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10,637	4	2,659	2,033	,096
Within Groups	128,198	98	1,308		
Total	138,835	102			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: kıvam

Tukey HSD

(I) numune içeriği	(J) numune içeriği	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Liyofilize1	spraydryer2	,04762	,35297	1,000	-,9333	1,0286
	spraydryer1	-,34762	,35735	,867	-1,3408	,6455
	blank	-,59762	,35735	,456	-1,5908	,3955
	Liyofilize2	-,76190	,35297	,204	-1,7429	,2191
spraydryer2	Liyofilize1	-,04762	,35297	1,000	-1,0286	,9333
	spraydryer1	-,39524	,35735	,803	-1,3884	,5979
	blank	-,64524	,35735	,376	-1,6384	,3479
	Liyofilize2	-,80952	,35297	,156	-1,7905	,1714
spraydryer1	Liyofilize1	,34762	,35735	,867	-,6455	1,3408
	spraydryer2	,39524	,35735	,803	-,5979	1,3884
	blank	-,25000	,36168	,958	-1,2552	,7552
	Liyofilize2	-,41429	,35735	,774	-1,4074	,5789
blank	Liyofilize1	,59762	,35735	,456	-,3955	1,5908
	spraydryer2	,64524	,35735	,376	-,3479	1,6384
	spraydryer1	,25000	,36168	,958	-,7552	1,2552
	Liyofilize2	-,16429	,35735	,991	-1,1574	,8289
Liyofilize2	Liyofilize1	,76190	,35297	,204	-,2191	1,7429
	spraydryer2	,80952	,35297	,156	-,1714	1,7905
	spraydryer1	,41429	,35735	,774	-,5789	1,4074
	blank	,16429	,35735	,991	-,8289	1,1574

Oneway

Descriptives

koku

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Liyofilize1	21	2,8571	1,27615	,27848	2,2762	3,4380	1,00	5,00
spraydryer2	21	2,6667	1,11056	,24234	2,1611	3,1722	1,00	5,00
spraydryer1	21	3,4286	1,20712	,26342	2,8791	3,9780	1,00	5,00
blank	21	3,0000	1,18322	,25820	2,4614	3,5386	1,00	5,00
Liyofilize2	21	3,0000	1,30384	,28452	2,4065	3,5935	1,00	5,00
Total	105	2,9905	1,22078	,11914	2,7542	3,2267	1,00	5,00

Test of Homogeneity of Variances

koku

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,081	4	100	,988

ANOVA

koku

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6,610	4	1,652	1,114	,354
Within Groups	148,381	100	1,484		
Total	154,990	104			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: koku

Tukey HSD

(I) numune içeriği	(J) numune içeriği	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Liyofilize1	spraydryer2	,19048	,37592	,987	-,8539	1,2348
	spraydryer1	-,57143	,37592	,552	-1,6158	,4729
	blank	-,14286	,37592	,996	-1,1872	,9015
	Liyofilize2	-,14286	,37592	,996	-1,1872	,9015
spraydryer2	Liyofilize1	-,19048	,37592	,987	-1,2348	,8539
	spraydryer1	-,76190	,37592	,261	-1,8063	,2825
	blank	-,33333	,37592	,901	-1,3777	,7110
	Liyofilize2	-,33333	,37592	,901	-1,3777	,7110
spraydryer1	Liyofilize1	,57143	,37592	,552	-,4729	1,6158
	spraydryer2	,76190	,37592	,261	-,2825	1,8063
	blank	,42857	,37592	,785	-,6158	1,4729
	Liyofilize2	,42857	,37592	,785	-,6158	1,4729
blank	Liyofilize1	,14286	,37592	,996	-,9015	1,1872
	spraydryer2	,33333	,37592	,901	-,7110	1,3777
	spraydryer1	-,42857	,37592	,785	-1,4729	,6158
	Liyofilize2	,00000	,37592	1,000	-1,0444	1,0444
Liyofilize2	Liyofilize1	,14286	,37592	,996	-,9015	1,1872
	spraydryer2	,33333	,37592	,901	-,7110	1,3777
	spraydryer1	-,42857	,37592	,785	-1,4729	,6158
	blank	,00000	,37592	1,000	-1,0444	1,0444

Oneway

Descriptives

genel tat

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Liyofilize1	21	3,3333	,85635	,18687	2,9435	3,7231	1,00	4,00
spraydryer2	21	3,1429	,96362	,21028	2,7042	3,5815	1,00	5,00
spraydryer1	21	3,4286	1,07571	,23474	2,9389	3,9182	1,00	5,00
blank	21	3,3810	,97346	,21243	2,9378	3,8241	2,00	5,00
Liyofilize2	21	3,1905	,92839	,20259	2,7679	3,6131	1,00	4,00
Total	105	3,2952	,94994	,09270	3,1114	3,4791	1,00	5,00

Test of Homogeneity of Variances

genel tat

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,602	4	100	,662

ANOVA

genel tat

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,276	4	,319	,345	,847
Within Groups	92,571	100	,926		
Total	93,848	104			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: genel tat

Tukey HSD

(I) numune içeriği	(J) numune içeriği	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Liyofilize1	spraydryer2	,19048	,29692	,968	-,6344	1,0154
	spraydryer1	-,09524	,29692	,998	-,9201	,7297
	blank	-,04762	,29692	1,000	-,8725	,7773
	Liyofilize2	,14286	,29692	,989	-,6820	,9678
spraydryer2	Liyofilize1	-,19048	,29692	,968	-1,0154	,6344
	spraydryer1	-,28571	,29692	,871	-1,1106	,5392
	blank	-,23810	,29692	,929	-1,0630	,5868
	Liyofilize2	-,04762	,29692	1,000	-,8725	,7773
spraydryer1	Liyofilize1	,09524	,29692	,998	-,7297	,9201
	spraydryer2	,28571	,29692	,871	-,5392	1,1106
	blank	,04762	,29692	1,000	-,7773	,8725
	Liyofilize2	,23810	,29692	,929	-,5868	1,0630
blank	Liyofilize1	,04762	,29692	1,000	-,7773	,8725
	spraydryer2	,23810	,29692	,929	-,5868	1,0630
	spraydryer1	-,04762	,29692	1,000	-,8725	,7773
	Liyofilize2	,19048	,29692	,968	-,6344	1,0154
Liyofilize2	Liyofilize1	-,14286	,29692	,989	-,9678	,6820
	spraydryer2	,04762	,29692	1,000	-,7773	,8725
	spraydryer1	-,23810	,29692	,929	-1,0630	,5868
	blank	-,19048	,29692	,968	-1,0154	,6344

Oneway

Descriptives

tatlılık

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Liyofilize1	21	3,4286	1,12122	,24467	2,9182	3,9389	1,00	5,00
spraydryer 2	21	3,0000	1,04881	,22887	2,5226	3,4774	1,00	5,00
spraydryer 1	21	3,2381	,94365	,20592	2,8086	3,6676	1,00	5,00
blank	21	3,3333	1,11056	,24234	2,8278	3,8389	1,00	5,00
Liyofilize2	21	3,2381	,94365	,20592	2,8086	3,6676	1,00	5,00
Total	105	3,2476	1,02639	,10017	3,0490	3,4463	1,00	5,00

Test of Homogeneity of Variances

tatlılık

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,414	4	100	,798

ANOVA

tatlılık

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,133	4	,533	,496	,738
Within Groups	107,429	100	1,074		
Total	109,562	104			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: tatlılık

Tukey HSD

(I) numune içeriği	(J) numune içeriği	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Liyofilize1	spraydryer2	,42857	,31986	,667	-,4601	1,3172
	spraydryer1	,19048	,31986	,975	-,6982	1,0791
	blank	,09524	,31986	,998	-,7934	,9839
	Liyofilize2	,19048	,31986	,975	-,6982	1,0791
spraydryer2	Liyofilize1	-,42857	,31986	,667	-1,3172	,4601
	spraydryer1	-,23810	,31986	,945	-1,1267	,6505
	blank	-,33333	,31986	,835	-1,2220	,5553
	Liyofilize2	-,23810	,31986	,945	-1,1267	,6505
spraydryer1	Liyofilize1	-,19048	,31986	,975	-1,0791	,6982
	spraydryer2	,23810	,31986	,945	-,6505	1,1267
	blank	-,09524	,31986	,998	-,9839	,7934
	Liyofilize2	,00000	,31986	1,000	-,8886	,8886
blank	Liyofilize1	-,09524	,31986	,998	-,9839	,7934
	spraydryer2	,33333	,31986	,835	-,5553	1,2220
	spraydryer1	,09524	,31986	,998	-,7934	,9839
	Liyofilize2	,09524	,31986	,998	-,7934	,9839
Liyofilize2	Liyofilize1	-,19048	,31986	,975	-1,0791	,6982
	spraydryer2	,23810	,31986	,945	-,6505	1,1267
	spraydryer1	,00000	,31986	1,000	-,8886	,8886
	blank	-,09524	,31986	,998	-,9839	,7934

Oneway

Descriptives

uygunsuz tat

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Liyofilize1	21	2,3810	1,46548	,31979	1,7139	3,0480	1,00	5,00
spraydryer 2	21	2,3333	1,35401	,29547	1,7170	2,9497	1,00	5,00
spraydryer 1	21	2,3333	1,35401	,29547	1,7170	2,9497	1,00	5,00
blank	21	2,3810	1,32198	,28848	1,7792	2,9827	1,00	5,00
Liyofilize2	21	2,3333	1,31656	,28730	1,7340	2,9326	1,00	5,00
Total	105	2,3524	1,33720	,13050	2,0936	2,6112	1,00	5,00

Test of Homogeneity of Variances

uygunsuz tat

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,098	4	100	,983

ANOVA

uygunsuz tat

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,057	4	,014	,008	1,000
Within Groups	185,905	100	1,859		
Total	185,962	104			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: uygunsuz tat

Tukey HSD

(I) numune içeriği	(J) numune içeriği	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Liyofilize1	spraydryer2	,04762	,42078	1,000	-1,1214	1,2166
	spraydryer1	,04762	,42078	1,000	-1,1214	1,2166
	blank	,00000	,42078	1,000	-1,1690	1,1690
	Liyofilize2	,04762	,42078	1,000	-1,1214	1,2166
spraydryer2	Liyofilize1	-,04762	,42078	1,000	-1,2166	1,1214
	spraydryer1	,00000	,42078	1,000	-1,1690	1,1690
	blank	-,04762	,42078	1,000	-1,2166	1,1214
	Liyofilize2	,00000	,42078	1,000	-1,1690	1,1690
spraydryer1	Liyofilize1	-,04762	,42078	1,000	-1,2166	1,1214
	spraydryer2	,00000	,42078	1,000	-1,1690	1,1690
	blank	-,04762	,42078	1,000	-1,2166	1,1214
	Liyofilize2	,00000	,42078	1,000	-1,1690	1,1690
blank	Liyofilize1	,00000	,42078	1,000	-1,1690	1,1690
	spraydryer2	,04762	,42078	1,000	-1,1214	1,2166
	spraydryer1	,04762	,42078	1,000	-1,1214	1,2166
	Liyofilize2	,04762	,42078	1,000	-1,1214	1,2166
Liyofilize2	Liyofilize1	-,04762	,42078	1,000	-1,2166	1,1214
	spraydryer2	,00000	,42078	1,000	-1,1690	1,1690
	spraydryer1	,00000	,42078	1,000	-1,1690	1,1690
	blank	-,04762	,42078	1,000	-1,2166	1,1214

Oneway

Descriptives

ekşilik

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Liyofilize1	21	2,3333	1,35401	,29547	1,7170	2,9497	1,00	5,00
spraydryer 2	21	2,0000	1,09545	,23905	1,5014	2,4986	1,00	4,00
spraydryer 1	21	2,0000	,94868	,20702	1,5682	2,4318	1,00	4,00
blank	21	2,0000	1,00000	,21822	1,5448	2,4552	1,00	4,00
Liyofilize2	21	1,8571	,85356	,18626	1,4686	2,2457	1,00	4,00
Total	105	2,0381	1,05542	,10300	1,8338	2,2423	1,00	5,00

Test of Homogeneity of Variances

ekşilik

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,639	4	100	,170

ANOVA

ekşilik

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,610	4	,652	,576	,681
Within Groups	113,238	100	1,132		
Total	115,848	104			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: ekşilik

Tukey HSD

(I) numune içeriği	(J) numune içeriği	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Liyofilize1	spraydryer2	,33333	,32840	,848	-,5790	1,2457
	spraydryer1	,33333	,32840	,848	-,5790	1,2457
	blank	,33333	,32840	,848	-,5790	1,2457
	Liyofilize2	,47619	,32840	,597	-,4362	1,3885
spraydryer2	Liyofilize1	-,33333	,32840	,848	-1,2457	,5790
	spraydryer1	,00000	,32840	1,000	-,9124	,9124
	blank	,00000	,32840	1,000	-,9124	,9124
	Liyofilize2	,14286	,32840	,992	-,7695	1,0552
spraydryer1	Liyofilize1	-,33333	,32840	,848	-1,2457	,5790
	spraydryer2	,00000	,32840	1,000	-,9124	,9124
	blank	,00000	,32840	1,000	-,9124	,9124
	Liyofilize2	,14286	,32840	,992	-,7695	1,0552
blank	Liyofilize1	-,33333	,32840	,848	-1,2457	,5790
	spraydryer2	,00000	,32840	1,000	-,9124	,9124
	spraydryer1	,00000	,32840	1,000	-,9124	,9124
	Liyofilize2	,14286	,32840	,992	-,7695	1,0552
Liyofilize2	Liyofilize1	-,47619	,32840	,597	-1,3885	,4362
	spraydryer2	-,14286	,32840	,992	-1,0552	,7695
	spraydryer1	-,14286	,32840	,992	-1,0552	,7695
	blank	-,14286	,32840	,992	-1,0552	,7695

Oneway

Descriptives

ağız hissi

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Liyofilize1	21	2,9048	1,13599	,24789	2,3877	3,4219	1,00	5,00
spraydryer2	21	2,8095	,92839	,20259	2,3869	3,2321	1,00	5,00
spraydryer1	21	3,3810	,92066	,20090	2,9619	3,8000	1,00	5,00
blank	21	3,6190	,86465	,18868	3,2255	4,0126	2,00	5,00
Liyofilize2	21	3,2381	1,04426	,22788	2,7628	3,7134	1,00	5,00
Total	105	3,1905	1,01048	,09861	2,9949	3,3860	1,00	5,00

Test of Homogeneity of Variances

ağız hissi

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,438	4	100	,781

ANOVA

ağız hissi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9,429	4	2,357	2,436	,052
Within Groups	96,762	100	,968		
Total	106,190	104			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: ağız hissi

Tukey HSD

(I) numune içeriği	(J) numune içeriği	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Liyofilize1	spraydryer2	,09524	,30357	,998	-,7481	,9386
	spraydryer1	-,47619	,30357	,521	-1,3196	,3672
	blank	-,71429	,30357	,137	-1,5577	,1291
	Liyofilize2	-,33333	,30357	,807	-1,1767	,5100
spraydryer2	Liyofilize1	-,09524	,30357	,998	-,9386	,7481
	spraydryer1	-,57143	,30357	,334	-1,4148	,2719
	blank	-,80952	,30357	,066	-1,6529	,0338
	Liyofilize2	-,42857	,30357	,622	-1,2719	,4148
spraydryer1	Liyofilize1	,47619	,30357	,521	-,3672	1,3196
	spraydryer2	,57143	,30357	,334	-,2719	1,4148
	blank	-,23810	,30357	,935	-1,0815	,6053
	Liyofilize2	,14286	,30357	,990	-,7005	,9862
blank	Liyofilize1	,71429	,30357	,137	-,1291	1,5577
	spraydryer2	,80952	,30357	,066	-,0338	1,6529
	spraydryer1	,23810	,30357	,935	-,6053	1,0815
	Liyofilize2	,38095	,30357	,719	-,4624	1,2243
Liyofilize2	Liyofilize1	,33333	,30357	,807	-,5100	1,1767
	spraydryer2	,42857	,30357	,622	-,4148	1,2719
	spraydryer1	-,14286	,30357	,990	-,9862	,7005
	blank	-,38095	,30357	,719	-1,2243	,4624

Oneway

Descriptives

genel izlenim

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Liyofilize1	21	3,1429	,96362	,21028	2,7042	3,5815	1,00	5,00
spraydryer2	21	2,8571	,96362	,21028	2,4185	3,2958	1,00	5,00
spraydryer1	21	3,2857	,90238	,19691	2,8750	3,6965	2,00	5,00
blank	21	3,2857	1,23056	,26853	2,7256	3,8459	1,00	5,00
Liyofilize2	21	3,0476	1,07127	,23377	2,5600	3,5353	1,00	5,00
Total	105	3,1238	1,02559	,10009	2,9253	3,3223	1,00	5,00

Test of Homogeneity of Variances

genel izlenim

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,794	4	100	,532

ANOVA

genel izlenim

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,724	4	,681	,638	,636
Within Groups	106,667	100	1,067		
Total	109,390	104			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: genel izlenim

Tukey HSD

(I) numune içeriği	(J) numune içeriği	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Liyofilize1	spraydryer2	,28571	,31873	,898	-,5998	1,1712
	spraydryer1	-,14286	,31873	,992	-1,0283	,7426
	blank	-,14286	,31873	,992	-1,0283	,7426
	Liyofilize2	,09524	,31873	,998	-,7902	,9807
spraydryer2	Liyofilize1	-,28571	,31873	,898	-1,1712	,5998
	spraydryer1	-,42857	,31873	,664	-1,3141	,4569
	blank	-,42857	,31873	,664	-1,3141	,4569
	Liyofilize2	-,19048	,31873	,975	-1,0760	,6950
spraydryer1	Liyofilize1	,14286	,31873	,992	-,7426	1,0283
	spraydryer2	,42857	,31873	,664	-,4569	1,3141
	blank	,00000	,31873	1,000	-,8855	,8855
	Liyofilize2	,23810	,31873	,945	-,6474	1,1236
blank	Liyofilize1	,14286	,31873	,992	-,7426	1,0283
	spraydryer2	,42857	,31873	,664	-,4569	1,3141
	spraydryer1	,00000	,31873	1,000	-,8855	,8855
	Liyofilize2	,23810	,31873	,945	-,6474	1,1236
Liyofilize2	Liyofilize1	-,09524	,31873	,998	-,9807	,7902
	spraydryer2	,19048	,31873	,975	-,6950	1,0760
	spraydryer1	-,23810	,31873	,945	-1,1236	,6474
	blank	-,23810	,31873	,945	-1,1236	,6474

ÖZGEÇMİŞ

Zehranur ERDEMOĞLU

A. EĞİTİM

Yüksek Lisans: İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim
Gıda Mühendisliği Bölümü, 2024, İstanbul

Lisans: İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, 2015,
İstanbul

Ulster University, Erasmus Programı, 2013-2014. Coleraine, Ireland

Lisans: İstanbul Üniversitesi İlahiyat Fakültesi (Uzaktan Eğitim), 2019, İstanbul

B. MESLEKİ DENEYİM

2013 İstanbul Halk Ekmek, Staj

2013 GİMDES Helal Sertifikalandırma Programı, Staj

2014 Güllüoğlu Baklava, Staj

C. KATILDIĞI PROGRAMLAR

1- İZUSEM, Kalite Yönetimi ve Temel Hijyen Sertifika Programı

D. YAYINLARI

6. Uluslararası Antalya Bilimsel Araştırmalar ve Yenilikçi Çalışmalar Kongresi, Bildiri, 2023