



**ARI POLENİ İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ DONDURMANIN
BAZI FİZİKSEL, KİMYASAL VE DUYUSAL
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Gülay EVSER

Yüksek Lisans Tezi

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Serap DURAKLI VELİOğLU**

2022

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ARI POLENİ İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ DONDURMANIN BAZI
FİZİKSEL, KİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Gülay EVSER

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Doç.Dr. Serap DURAKLI VELİOĞLU

TEKİRDAĞ-2022

Her hakkı saklıdır.



Bu tez, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından NKUBAP.03.YL.20.270 numaralı proje ile desteklenmiştir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ARI POLENİ İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ DONDURMANIN BAZI FİZİKSEL, KİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Gülay EVSER

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Serap DURAKLI VELİOĞLU

Bu çalışmada arı poleni ilavesi ile dondurma üretimi gerçekleştirilmiş ve ürünün, fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Süt ürünleri içerisinde önemli bir yeri olan dondurmanın, teknolojik ve besinsel özelliklerinin iyileştirilmesi, geliştirilmesi ve sektördeki ürün çeşitliliğinin artırılmasına katkı sağlanması amaçlanmıştır. Dondurma mikşleri beş farklı oranda (%0,5, %1, %1,5, %2, %2,5) arı poleni içerecek şekilde hazırlanmış, kontrol grubu ile birlikte toplamda 6 grup dondurma üretimi gerçekleştirilmiştir. Arı poleni ilavesiyle, toplam fenolik madde ve antioksidan madde içeriklerinin arttığı tespit edilmiştir. Dondurma gruplarının hesaplanan antioksidan kapasitesi EC_{50} değerleri 389,959-130,218 mg/mL ve $TEAC_{DPPH}$ (μM Trolox eşdeğer (TE)/g) değerleri 3,346-14,968 $\mu MTE/g$ aralığında belirlenmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde miktarı 0,181-0,438 mgGAE/g aralığında belirlenmiştir. Dondurmaların pH değerleri 5,9-5,2 aralığında, hacim artışı %80,55-%30,87 aralığında belirlenmiştir. Kuru madde %36,8-%39,5, kül miktarı %0,50-%0,47, ilk damlama süresi 2820 s ile 2480 s ve tamamen erime süresi 6380 s ile 5520 s aralığında belirlenmiştir. Dondurmaya yapılan tekstür analizi ile sertlik ve work of penetration değerleri belirlenmiştir. Sertlik değeri 23,24-6,16 aralığında değişmektedir. Work of penetration değerleri 223,15-57,28 aralığında değişmektedir. Elde edilen tekstür analizi sonuçlarına göre, arı poleni ilavesinin depolama boyunca dondurmanın tekstürel özelliklerini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Duyusal olarak incelenen dondurma örnekleri renk ve görünüş puanları 5-4,5 aralığında belirlenmiştir. Tat ve koku puanları 4,88-3 aralığında, yapı ve kıvam 4,88-3,38 aralığında, genel beğeni 4,87-3,12 aralığında belirlenmiştir. Arı poleni ilavesiyle dondurmaya, fonksiyonel özellik kazandırılırken duyuşal açıdan kabul edilebilir özellikler kazandırılmış ve tüketimi daha kolay hale getirilmiştir. Dondurmaya arı poleni ilavesiyle artan fenolik madde ve antioksidan madde değerlerine rağmen, yapılan diğer analizlerle değerlendirildiğinde P1, P2 ve P3 grubu dondurmaların üretim için uygun olduğu fakat, duyuşal değerlendirme puanları incelendiğinde ise P3 grubunun tat ve koku değerlendirilmesinde P1 ve P2 den ayrıştığı görülmektedir. Bu nedenle arı poleni ilaveli dondurma üretimi için P1 ve P2 en uygun dondurma grupları olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Fonksiyonel, dondurma, arı poleni.

ABSTRACT

MSc. Thesis

DETERMINATION OF SOME PHYSICAL, CHEMICAL AND SENSORIAL PROPERTIES OF HONEYBEE POLLEN ENRICHED ICE CREAM

Gülay EVSER

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Serap DURAKLI VELİOĞLU

In this study, ice cream production was carried out with the addition of bee pollen and the physical, chemical and sensory properties of the product were examined. It is aimed to improve and develop the technological and nutritional properties of ice cream, which has an important place in dairy products, and to contribute to increasing the product variety in the sector. Ice cream mixes were prepared to contain bee pollen at five different rates (0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%), and a total of 6 groups of ice cream were produced together with the control group. It was determined that the total phenolic substance and antioxidant substance contents increased with the addition of bee pollen. The calculated antioxidant capacity EC50 values of the ice cream groups were determined between 389.959-130.218 mg/mL and TEAC_{DPPH} (μ M Trolox equivalent (TE)/g) values between 3.346-14.968 μ MTE/g. The total phenolic content of the samples was determined in the range of 0.181-0.438 mg GAE/g. The pH values of the ice creams were determined in the range of 5.9-5.2, the overrun values were between 80.55% and 30.87%. Dry matter was determined as 36.8%-39.5%, ash content 0.50%-0.47%, first dripping time between 2820 sec and 2480 sec, and complete melting time between 6380 sec and 5520 sec. The firmness and work of penetration values were determined by the texture analysis of the ice cream samples. The firmness value varies between 23.24-6.16. Work of penetration values vary in the range of 223.15-57.28. According to the obtained results of the texture analysis, it was determined that the addition of bee pollen adversely affected the textural properties of ice cream during storage. The sensorial scores of the color and appearance of the ice cream samples were determined in the range of 5-4.5. Taste and odor scores were determined in the range of 4.88-3, texture and consistency between 4.88-3.38, overall acceptability in the range of 4.87-3.12. With the addition of bee pollen, ice cream has been given functional properties, while providing sensorial acceptable properties and making it easier to consume. Despite the phenolic substance and antioxidant substance values increased with the addition of bee pollen to ice cream, when evaluated by other analyses P1, P2 and P3 group ice creams were suitable for production, but when the sensorial evaluation scores were examined, it was seen that the P3 group differed from P1 and P2 in the evaluation of taste and odor. For this reason, P1 and P2 were determined as the most suitable ice cream groups for the production of bee pollen added ice cream.

Key words: Functional, ice cream, bee pollen.

2022, 78 pages

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
TEŞEKKÜR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1. Arı Polenini	3
2.2. Arı Poleninin Kimyasal Bileşimi	5
2.3. Arı Poleninin Aktivite Özellikleri	7
2.3.1. Terapötik Özellikler	7
2.3.2. Antioksidan Etkiler	7
2.3.3. Anti-enflamatuar Etkiler	8
2.3.4. Antikarsinojenik Aktivite.....	9
2.3.5. Antibakteriyel ve Antifungal Etkiler	10
2.3.6. Hepatoprotektif ve Detoksifikasyon Aktivitesi	11
2.3.7. Anti-Aterosklerotik Etki	11
2.3.8. Bağışıklık Düzenleyici ve Anti-alerjik Etki.....	11
2.3.9. Beslenme Özellikleri.....	12
2.3.10. Arı Polenini Tüketiminin Yan Etkileri	12
2.3.11. Arı Poleninin Standart Ve Kalitesi	13
2.4. Gıdalarda Polen Kullanımına Örnekler	15
2.5. Dondurma Üzerine Yapılmış Farklı Çalışmalar.....	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM	21
3.1. Materyal	21
3.2. Yöntem.....	21
3.2.1. Dondurma Üretimi.....	21
3.2.2. Yapılan Analizler	23
3.2.2.1. pH Analizi.....	23
3.2.2.2. Kuru Madde ve Kül Analizi	23
3.2.2.3. Renk Analizi	24

3.2.2.4.	Tekstür Analizi.....	24
3.2.2.5.	Reoloji Analizi	24
3.2.2.6.	Hacim Artışı.....	25
3.2.2.7.	İlk Damlamadan Tam Erimeye Kadar Geçen Süre Tayini.....	25
3.2.2.8.	Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi	26
3.2.2.9.	Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi.....	26
3.2.2.10.	Yağ Analizi	27
3.2.2.11.	Duyusal Değerlendirme.....	27
3.2.2.12.	İstatistiksel Analiz	27
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	28
4.1.	Arı Polenine ait Analiz Sonuçları.....	28
4.2.	Dondurma Miksine Yapılan Analiz Sonuçları.....	30
4.2.1.	pH Analizi	30
4.2.2.	Renk Analizi	31
4.2.3.	Dondurma Mikslerinin Reolojik Özellikleri	32
4.2.4.	Yağ Analizi.....	36
4.3.	Dondurmaya Yapılan Analiz Sonuçları.....	36
4.3.1.	pH Analizi	37
4.3.2.	Kuru Madde ve Kül Analizi	39
4.3.3.	Renk Analizi	41
4.3.4.	Tekstür Analizi	43
4.3.4.1.	Sertlik	43
4.3.4.2.	Work of Penetration	45
4.3.5.	Hacim Artışı	46
4.3.6.	İlk Damlamadan Tam Erimeye Kadar Geçen Süre Tayini.....	47
4.3.7.	Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi	50
4.3.8.	Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi	52
4.3.9.	Duyusal Değerlendirme.....	54
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	57
	KAYNAKLAR.....	59
	EKLER.....	69

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 2.1. Polenin bileşimi (Campos vd., 2008; Bogdanov vd., 2014)	6
Çizelge 2.2. Polenin vitamin içeriği (Campos vd., 2008; Bogdanov vd., 2014).....	6
Çizelge 2.3. Polenin mineral içeriği (Campos vd., 2008; Bogdanov vd., 2014).....	7
Çizelge 3.1. Arı poleni ilaveli dondurma üretiminde kullanılan formülasyon.....	22
Çizelge 4.1. Üretimde kullanılan arı polenine yapılan analiz sonuçları	28
Çizelge 4.2. Arı poleni ilaveli dondurma mikslerinin pH değerleri	30
Çizelge 4.3. Arı poleni ilaveli dondurma mikslerinin renk değerleri	31
Çizelge 4.4. Arı poleni ilaveli dondurma mikslerinin Ostwald de Waele Parametre değerleri	32
Çizelge 4.5. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin pH değerleri	38
Çizelge 4.6. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin kuru madde değerleri	39
Çizelge 4.7. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin kül değerleri.....	40
Çizelge 4.8. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin renk değerleri	41
Çizelge 4.9. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin sertlik değerleri	43
Çizelge 4.10. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin work of penetration değerleri	45
Çizelge 4.11. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin % hacim değerleri	47
Çizelge 4.12. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin ilk damlama süresi değerleri.....	48
Çizelge 4.13. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin tamamen erime süresi değerleri	49
Çizelge 4.14. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin toplam fenolik madde miktarı.....	51
Çizelge 4.15. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin TEAC _{DPPH} ve EC ₅₀ değerleri	52
Çizelge 4.16. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin duyuşal olarak değerlendirilmesi	54

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 3.1.Dondurma makinası	22
Şekil 4.1. Arı poleni ilaveli dondurma mikslерinin viskozite değeri.....	34
Şekil 4.2. Arı poleni ilaveli dondurma mikslерinin akış davranış değeri.....	35
Şekil 4.3. Dondurma miksleri ve üretilen dondurma örnekleri (K, P1 ve P2)	37
Şekil 4.4. Dondurma miksleri ve üretilen dondurma örnekleri (P3, P4 ve P5).....	37
Şekil 4.5. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin sertlik değeri.....	44
Şekil 4.6. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin work of penetration değeri	46
Şekil 4.7. Arı poleni ilaveli dondurmaların ortalama EC ₅₀ değeri	53

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

cfu/g	: Koloni oluşturan birim
h/h	: Hacim/hacim
a/h	: Ağırlık/hacim
d/dk	: Devir/dakika
cm	: Santimetre
g	: Gram
IgE	: İmmünglobulin E
IgG	: İmmünglobulin G
IgM	: İmmünglobulin M
inHg	: Standart Basınç
s	: Saniye
km	: Kilometre
kg	: Kilogram
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
mM	: Milimolar
mm/s	: Milimetre/saniye
mg/L	: miligram/litre
mg/mL	: miligram/mililitre
w/w	: Ağırlıkça
R ²	: Determinasyon katsayısı
N	: Newton
α	: Alfa
ε	: Epsilon
γ	: Gama

κ	: Kappa
β	: Beta
η	: Eta
μm	: Mikrometre
μL	: Mikrolitre
μM	: Mikromolar
rpm	: Dakikadaki devir sayısı
pps	: Saniyede toplanan veri noktalarının sayısı
$^{\circ}\text{C}$: Santigrat Derece
%	: Yüzde
TEAC	: Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite
TE	: Troloks eşdeğeri
AOAC	: Resmi analitik kimyagerler derneği
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
FRAP	: Demir iyonu indirgeyici antioksidan güç
DNA	: Deoksiribonükleik asit
ESI-MS	: Elektrospray-Kütle Spektrometresi
FTIR	: Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmamın her aşamasında bana yol gösteren, bilgi, birikim ve tecrübelerini benimle paylaşan, araştırmamın gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesinde katkılarını esirgemeyen, fikir ve görüşleriyle bana bilimsel bakış açısı kazandıran ve üzerimde büyük emeği olan kıymetli danışman hocam saygıdeğer Doç. Dr. Serap DURAKLI VELİOĞLU'na içtenlikle teşekkür ederim.

Tez çalışmamın yer aldığı araştırma projesini maddi olarak destekleyen NKÜBAP'a,

Tez çalışmamdaki analizlere katkıda bulunan NABİLTEM personeline ve Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarları çalışanlarına,

Hayatım boyunca maddi-manevi destekleriyle beni yalnız bırakmayan, beni her zaman cesaretlendiren, ilmi hayatla tanıştıran ve haklarını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim annem Güllü YILMAZ'a, babam Mehmet Şaban YILMAZ'a,

Bu süreçte maddi-manevi destekleriyle yanımda olan kardeşlerim ve aileleri ile eşimin kıymetli ailesine,

Tez çalışmam boyunca her türlü yardım ve desteğini gördüğüm kıymetli eşim Agah EVSER, umut ışığım olan kızlarım Ebrar Hüma ve Fatıma Meva'ya,

Tüm içten duygularıyla teşekkür ederim.

Ocak, 2022

Gülay EVSER

Gıda Mühendisi

1. GİRİŞ

Polen, bitki çiçeklerinin arı tarafından tükürük bezlerinden veya nektardan salgılanan küçük bir miktar ile karıştırarak kovana arka bacakları ile taşıdıkları, bitkilerin döllenmesini sağlayan erkek cinsiyet organıdır. Polen, arıların yavrularını beslemek amacıyla taşıdıkları, insanların da faydalandığı değerli bir besin ögesidir (Bell vd., 1983; Couto vd., 2006).

Arı poleni, tohumlu bitkilerin anterinde 2,5-250 µm boyutunda kürecik şeklinde oluşmaktadır. Polenin hücre duvarı çift katman ile kaplıdır. Polenin iç hücre duvarına intine, dış hücreye ise exine denmektedir (Martín-Muñoz, 2010).

Arılar tarafından toplanan polen, çiçekli bitkiler ile aynı dönemde evrimleşmişlerdir. Arılar çiçekler arasında polen transferi yaparak, bitkilerin tozlaşmasını sağlarlar. Bununla birlikte polenlerin peteklere depo edilmesiyle arılar, beslenmelerini sağlamak amacıyla gerekli mineral, vitaminler ve proteinleride temin etmişlerdir. İsveçli botanikçi Linne "Polen" kelimesini ilk olarak 1760 yılında kullanmıştır. Polen, Latince'de "ince toz ve un" anlamına gelmektedir (Anonim, 2019).

Babiller' in kutsal kitabında ve eski Çin yapıtlarında insanların arı poleni tükettiğinden bahsedilmektedir (Elkins, 1996).

Arıcılar, kovana taktıkları tuzaklar sayesinde polenleri toplayabilirler. Topladıkları polenleri derin dondurucuda veya kurutarak muhafaza etmektedirler. Polenin renk yelpazesi; sarıdan yeşile, beyazdan pembeye ve siyahtan mora kadar olan renk aralığındadır (Liebelt vd., 1994).

Polenin kimyasal bileşimi, arıların polenleri topladığı bitkilere bağlıdır. Aynı arı kovanında bile; saatten saate, gündün güne, haftadan haftaya ve koloni'den koloni'ye kimyasal bileşimi değişebilir. Spesifik bir kimyasal bileşimi olmamasına rağmen, ortalama %40-60 basit şeker (glikoz ve fruktoz), %3 mineral ve vitamin, %20-60 protein, %1-32 yağ asidi ve %5'i olan diğer bileşenlerin yanı sıra, önemli miktarda vitamin, flavonoid ve fenolik asit bileşenlerini içerir (Bogdanov, 2014).

Polenin; antifungal, antimikrobiyal, antiviral, antienflamatuar, hepatoprotektif, antikanser, immün uyarıcı ve lokal analjezik gibi özellikler ile sağlığa pozitif etkisi olan çok sayıda özelliği gözlemlenmiştir (Komosinska-Vassev vd., 2015). Ayrıca arı polenin bronşit,

dermatit ve alerji gibi hastalıkları tedavi etmek için gıda takviyesi olarak kullanımı önerilmiştir (Martín-Muñoz, 2010).

Polenin duyuşal özelliklerinden, tıbbi ve beslenme uygulamalarındaki potansiyeli sebebiyle apiterapide ve gıda endüstrisinde fonksiyonel bir gıda olarak kullanımı uygundur (Conte vd., 2018).

Türk Gıda Kodeksinin Dondurma Tebliğinde “İçerisinde tat ve çeşidine göre, süt ve/veya süt ürünlerini, içme suyu, şeker ve izin verilen katkı maddelerini bulunduran, istenildiğinde salep, yumurta ve/veya yumurta ürünleri, aroma maddeleri ve çeşni maddeleri gibi bileşenleri içeren, henüz dondurulmamış haldeki karışım ürünü” dondurma karışımı olarak ifade edilmiştir. “Dondurma karışımının pastörizasyon sonrası, tekniğine uygun olarak işlenmesi ve dondurulması ile elde edilen, yumuşak halde ya da sertleştirildikten sonra tüketime sunulan ürün” ise dondurma olarak tanımlanmıştır. Tebliğ’de dondurmalar, içerik ve sunumlarına göre maraş usulü, maraş dondurması, sade ve meyveli olarak sınıflandırılmıştır. Süt, şeker, salep ve/veya izin verilen diğerk katkı maddeleri ve/veya çeşni maddelerinden oluşan ve Maraş dondurması tekniğine göre üretilen dondurma ise maraş usulü dondurma olarak ifade edilmektedir (Anonim, 2004).

Bu çalışmada; arı polenin farklı alanlardaki uygulamalardan elde edilen veriler ışığında, yaygın olarak tüketilen bir ürün olan dondurmaya ilavesiyle yeni bir ürünün üretimi gerçekleştirilmiştir. Arı poleni ilavesiyle dondurmaya, fonksiyonel bir özellikler kazandırılmış ve tüketimi daha kolay hale getirilmiştir. Bu kapsamda farklı oranda arı poleniyle dondurma formülasyonu oluşturulmuştur. Dondurmanın bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Tespit edilen veriler, istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Günümüzde insanlar daha sağlıklı, kaliteli ve uzun yaşamak için doğal ürünlere yönelmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerinde, dünya nüfusunun %70-80'lik kısmı tedavi veya korunmak amacıyla, "geleneksel tedavi"den yararlandığı belirtilmektedir (WHO, 2000).

Arı poleni üretiminin, kompozisyonunun, özelliklerinin ve etkilerinin belirlenmesi; ayrıca, gıdalarda polen kullanımının pozitif etkilerinin tespit edilerek negatif etkilerinden ayrıştırılıp en uygun tekniğin belirlenmesini hedefleyen çalışmalar yapılmıştır.

2.1. Arı Poleni

Taze olarak toplanan 100 g arı poleni, ortalama 20-30 g su içermektedir. Polende bulunan yüksek nem, bakteri ve mayalar için uygun bir kültür ortamı oluşturmaktadır. Mikrobiyal bozulmanın engellenmesi ve ürün kalitesinin korunması için, polenler güneşli toplanmalı ve muhafazasının derin dondurucuda olması gerekmektedir. Polen içerisinde kalabilecek zararlı böceklerin ölmesi için, iki gün derin dondurucuda bekletilmesi gerekmektedir. Derin dondurucudan çıkarılan polenler, çözündükten sonra birkaç saat muhafaza edilmeli, hızlıca işlenmeli veya tüketilmelidir (Moosbeckhofer, 1996).

Polen, nemin sürekli olarak uzaklaştırılabileceği bir elektrikli fırında maksimum 30 °C sıcaklıkta kurutulur. Daha sonra, taneli ürün temizleme makinesine benzer şekilde, özel bir makine ile saflaştırılır. Vitamin kaybının önlenmesi için kurutma süresi minimum seviyede tutulmalıdır. Kurutma işleminden sonra, 100 g polen için su içeriği 6 g olmalıdır (Bogdanov, 2014).

Polonya'da yapılan bir çalışmada, arı polenlerinin seçilmiş bazı parametreler üzerinden, farklı muhafaza yöntemleri (dondurarak, 40 °C'de kurutma ve liyofilizasyon) üzerine çalışılmıştır. Donma işlemiyle, polenin kimyasal bileşiminde önemli değişimler oluşturmamıştır. Beslenme ve tedavi amacıyla polenin muhafazası önemli olduğundan, dondurarak muhafaza yöntemi önerilmektedir. Liyofilizasyon ile muhafaza da, C vitamini ve provitamin A içeriğinde düşüşe neden olmuştur. 40 °C'de kurutma işleminin, en dezavantajlı muhafaza yöntemi olduğu belirlenmiştir (Szczena vd., 1995).

Polenlere uygulanan 45 °C'de 6 saat kurutma işleminin, E vitamini ve β-karoten ile pro-vitamin A'da %15-25 oranında kayıplara neden olduğu belirlenmiştir (De Melo Pereira, 2008).

Polenlere uygulanan fırında kurutma işlemine kıyasla, dondurarak kurutma yöntemi ile, polenin kimyasal ve biyolojik özelliklerinin daha iyi korunduğu belirlenmiştir (Dominguez-Valhondo vd., 2011).

Arı polenleri 50 °C sıcaklıktaki kızılötesi fırında, 45 s'de 3'er kez hızla kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Bu uygulamanın, antioksidan aktivite kayıplarına neden olmadığı belirlenmiştir. Arı polenleri için en uygun kurutma sıcaklığı en fazla 30 °C olarak belirtilmiş ve en uygun muhafaza yöntemi olarak da dondurarak kurutma yöntemi önerilmiştir (Bogdanov, 2014).

İsviçre'de gerçekleştirilen çalışmalar, polenlerin oda sıcaklığında 1,5 yıl muhafaza edilmesiyle, duyuusal ve mikrobiyolojik açıdan stabil olduğu belirlenmiştir. Serin, nemsiz ve karanlık bir ortamda muhafaza edilen polenlerin, duyuusal ve mikrobiyolojik açıdan 2 yıl stabil kalıp, niteliğini korumuştur (Bogdanov vd., 2003).

Polen, fonksiyonel bir gıdadır ve sağlık için en önemli özelliği ise sahip olduğu güçlü antioksidan aktivitedir. Bir yıl muhafaza edilen polenlerin, aktioksidan aktivitesi %59 oranında azaldığı belirlenmiştir (Campos vd., 2003). Antioksidan aktivitesindeki düşüşe, azalan fenolik bileşiklerin neden olabileceği belirtilmiştir (Rzepecka-Stojko vd., 2012).

Depolanan arı polenleri incelendiğinde, dokuz polen bileşeninden dördünün (şeker, toplam proteinler, C vitamini ve provitamin A) depolama ile belirgin şekilde azaldığı tespit edilmiştir. Üretim yöntemleri dikkate alınarak, polen küreciklerinin depolanması için koruma ve optimum koşullara yönelik pratik tavsiyeler önerilmiştir. Dondurma işlemi uygulanan polenlerin -20 °C'de saf azotta muhafazası, arı poleninin biyolojik niteliklerini 6 ay koruyacağı tespit edilmiştir. Uzun süre depolanacak olan polenlere, liyofilizasyon ile kurutma uygulanması ve biyolojik aktivitenin yüksek olması için -20 °C'de saf azotta muhafaza edilmesi gerektiği ifade edilmektedir. Polenlerde antioksidan bozulmayı engellemek için, vakumda 0-10 °C'de muhafazası önerilmiştir (Solomka, 2001).

Kovandan toplanan polenler normalde farklı bitkilerden kaynaklı, karışık haldedir. Unifloral şeklinde polen toplanması oldukça önemlidir. Çünkü tek tür bitkiye ait polenler,

standart bir bileşime sahiptir. Bu sayede polenlerin beslenme ve tıp alanında kullanımı oldukça başarılıdır. Reisner ve arkadaşları (2006) tarafından Avusturya'da, "Arı poleni için makineyle uyumlu bir tanımlama yönteminin geliştirilmesi" hakkında yapılan çalışmada; arı polenini türlerine göre sınıflandıran ve sınıflandırılan polenin saflığının yaklaşık %90 olduğu belirtilmektedir.

2.2. Arı Poleninin Kimyasal Bileşimi

Arıların tercih ettiği farklı bitkilerden dolayı, polen tanelerinin kimyasal içeriği 200 farklı maddeden oluşmaktadır. İçerdiği başlıca kimyasal maddeler; karbonhidratlar, proteinler, lipitler, yağ asitleri, amino asitler, enzimler, koenzimler, fenolik bileşikler, vitaminler ve elementlerdir (Campos vd., 2010).

Polen de %10,4'ü lizin, lösin, izolösin, metiyonin, treonin, valin, fenilalanin, histidin ve triptofan gibi esansiyel amino asitler olmak üzere, ortalama %22,7 protein içerir. Organizma bu proteinleri sentezleyemediği için, protein elementleri hayati öneme sahiptir. Ayrıca, polende nükleik asit, özellikle de ribonükleik asit bulunmaktadır. Polende sindirilebilir karbonhidratlar ortalama %30,8 oranında, şeker ise fruktoz ve glukozu indirgenmiş olarak ortalama %25,7 oranında bulunur (Kędzia vd., 2005).

Polende lipitler %5,1 oranında bulunur. İlk sırada gelen lipitler, esansiyel yağ asitleridir. %0,4 oranında Linoleik ve γ -linolenik asitler, %1,5 fosfolipitler, %1,1 oranında ise fitosteroller ve özellikle β -sitosterol bulunur (Szczesna, 2006).

Polende ortalama %1,6 oranında fenolik bileşikler bulunur. Bu grupta flavanoidler, lökotrienler, kateşinler, fenolik asitler, flavonol ve flavonol glikozitler bulunur. Polende flavanoidler %1,4 oranında bulunur. Bu grup kemferol, kuersetin ve izorhamnetinden oluşur. Fenolik asit grubunda %0,2 oranında klorojenik asit bulunur (Asafova vd., 2001).

Polen, triterpen bağlarının içeriğiyle karakterize edilir. Çoğunluğu oluşturan bileşikler oleanolik asit, 3-ursolik asit ve betulin alkoldür. Arı polenlerinin genel bileşimleri Çizelge 2.1'de belirtilmiştir.

Çizelge 2.1. Polenin bileşimi (Campos vd., 2008; Bogdanov vd., 2014)

Başlıca bileşenler	Min-Max Değerler (g/100g polen)
Protein	10-40
Karbonhidrat (Fruktoz, Glukoz, Sakkaroz)	13-55
Yağ	1-3
Lif	0,3-20

Polen, vitaminler ve biyolojik element maddeleri içerir. Polen, provitamin A, E ve D gibi %0,1 oranında yağda çözünen, %0,6 oranında ise suda çözünen B₁, B₂, B₆ ve C vitaminleri içermektedir. Polen, pantotenik, nikotinik ve folik, biotin, rutin ve inositol gibi asitler açısından kıymetli bir vitamin kaynağıdır. Polende vitaminlerin ortalama miktarı %0,7'dir. Bu değerler Çizelge 2.2'de belirtilmiştir.

Çizelge 2.2. Polenin vitamin içeriği (Campos vd., 2008; Bogdanov vd., 2014)

Vitaminler	Min-Max Değerler (g/100g polen)
Askorbik Asit	7-56
β-karoten (Provitamin A)	1-20
Tokoferol (Vitamin E)	4-32
Niasin (Vitamin B ₃)	4-14,4
Pridoksin (Vitamin B ₅)	0,2-0,7
Tiamin (Vitamin B ₁)	0,6-1,3
Riboflavin (Vitamin B ₂)	0,6-2,6
Pantotenik asit	0,5-2
Folik asit	0,3-1
Biotin (Vitamin H)	0,05-0,07

Biyo elementler, %1,6 oranında makro besinleri (kalsiyum, magnezyum, fosfor, potasyum ve sodyum) ve %0,02 oranında mikro besinleri (demir, manganez, silisyum, bakır, çinko, ve selenyum) içerdiği belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 2.3'te belirtilmiştir.

Çizelge 2.3. Polenin mineral içeriği (Campos vd., 2008; Bogdanov vd., 2014)

Mineral	Min-Max Değerler (g/100g polen)
Potasyum (K)	400-2000
Fosfor (P)	80-600
Magnezyum (Mg)	20-300
Kalsiyum (Ca)	20-300
Çinko (Zn)	3-25
Manganez (Mn)	2-11
Demir (Fe)	1,1-17
Selenyum (Se)	0,05-0,005
Bakır (Cu)	0,2-1,6

2.3. Arı Poleninin Aktivite Özellikleri

2.3.1. Terapötik Özellikler

Arı polenininde içerdiği birincil ve ikincil metabolitler, farklı özellikler ve biyoaktiviteler (antienflamatuar, antioksidan, antikarsinojenik, antifungisidal, antibakteriyel, hepatoprotektif ve anti-aterosklerotik aktiviteleri) ile bağışıklık fonksiyonlarını değiştirebilir veya düzenleyebilir (Aliyazicioğlu vd., 2005; Wójcicki vd., 1987).

Arı poleninde bulunan bileşiklerin incelenmesiyle, önemli bir besin takviyesi olabileceği belirlenmiştir (Bogdanov, 2014).

2.3.2. Antioksidan Etkiler

Arı polenininde antioksidatif etkileri (oksijen radikallerinin inaktivasyonu) içeriğinde bulunan; antioksidan enzimlerinin aktivitesi yanında, glutatyon, karotenoidler, fenolik

maddeler, C vitamini ve E vitamini gibi ikincil bitki metabolitleri ile ilgilidir (Carpes vd., 2007). Arı poleni diğer metabolitlere ek olarak kafeik asit, kafeik asit fenetil ester (CAPE), rutin, kuersetin, pinokembrin, galangin, apigenin, chrysin, isorhamnetin ve kaempferol içerir (Linskens vd., 1997; Tomas-Lorente vd., 1992). Arı polenin içerdiği flavonoidler; elektrofilleri, serbest radikalleri ve reaktif oksijen türleri etkisiz hale getirilebildiği ve buna bağlı olarak mutajen olmalarını da engellediği belirtilmiştir (Pascoal vd., 2014). Flavonoidlerin fenolik hidroksil gruplarından hidrojen, serbest radikal zincir oksidasyonunu engeller ve böylece daha fazla oksidasyonun engellenmesiyle kararlı son ürünler oluşmaktadır (Nogueira vd., 2012). Ayrıca flavonoidler metal iyonlarını da bağlar ve bu sayede toksik metalleri vücuttan uzaklaştırabilmektedir (Linskens vd., 1997). Flavonoidler serbest radikallere karşı savunmayı destekler ve genotoksik maddelere veya kanserojenlere karşı savunma faktörü görevi görür (Rzepecka-Stojko vd., 2012a). Arı poleninden etanol, metanol ve su ile elde edilen ekstraktlarda, flavonoid içeriği önemli ölçüde artmaktadır (Kroyer vd., 2001). Sonuç olarak, polen ekstreleri arıdan toplanan polenlere kıyasla daha yüksek antiradikal aktiviteye sahiptir. Bununla birlikte, arı polenin antioksidan etkisi bitki türüne özgüdür ve bitkiler arasında önemli ölçüde farklılık göstermektedir (Žižic vd., 2013).

2.3.3. Anti-enflamatuar Etkiler

Polen bileşiklerinin (örneğin polifenoller veya flavonoidler), istilacı patojenlere karşı ve iltihaplı süreçlerde konaktaki savunmada çok önemli bir rol oynayan ve oldukça fazla miktardaki hücre (yani makrofajlar, T hücreleri, B hücreleri, NK hücreleri, hepatositler, mast hücreleri, bazofiller, nötrofiller, eozinofiller) üzerinde faydalı etkiler gösterebileceği belirtilmiştir (Pascoal vd., 2014; Campos vd., 1997). Flavonoidlerin anti-enflamatuar etkisi, araşidonik asit metabolizmasını inhibe eden kuersetin aktivitesinden kaynaklanmaktadır (Middleton, 1998). Araşidonik asit seviyesindeki bir düşüş, proinflamatuar prostaglandin seviyesini azaltır ve anti-enflamatuar etki sağlar (Rzepecka-Stojko vd., 2012a). Sonuç olarak, arı polenlerinin uygulanmasından sonra lokal ağrının giderilmesi ve trombosit agregasyonunun engellenmesi gibi olumlu faydaları gözlenmiştir (Salles vd., 2014; Bogdanov, 2014).

Arı poleni biyo-bileşiklerinin hücre işlevi üzerindeki etkisinin bir başka önemli mekanizması; protein fosforilasyonunu uyarma veya inhibe etmektir. Böylece hücre çoğalmasının inhibisyonu dahil olmak üzere, hücre sinyal yollarını değiştirme kapasitesine sahiptir (Richardson vd., 2000; Tomas-Lorente vd., 1992). Arı polenin aroma maddeleri

(örneğin, anethole), tümör nekroz faktörü (TNF) kaynaklı nükleer faktör (NF)- κ B aktivasyonunun güçlü bir inhibitörü olarak kabul edilir. Nükleer faktör (NF)- κ B yolu, sitokinler ve adhezyon molekülleri dahil olmak üzere proinflamatuvar genlerin ekspresyonu ile bir proinflamatuvar sinyal yolu olarak kabul edilmiştir. Arı polenin anti-enflamatuar özelliği proinflamatuvar yolun inhibisyonu ile ifade edilmektedir (Middleton, 1998).

Ayrıca anti-enflamatuar etkinin mekanizması, anti-enflamatuar süreçte aktif olan yağ asitlerinin ve fitosterollerin varlığı ile de ilgilidir (Pascoal vd., 2014; Choi, 2007). Kardiyovasküler ve böbreksel kaynaklı şişliklerin giderilmesinde arı polenin faydalı olduğu belirtilmiştir (Yakusheva, 2010).

2.3.4. Antikarsinojenik Aktivite

Bazı çalışmalar ile arı polenin belirli kanser türlerinde daha fazla veya daha az antimutagenik özelliğe sahip olduğu saptanmıştır (Munsted vd., 2009; Abdella vd., 2009). Antikarsinojenik aktiviteler, antioksidan özelliklerinden, yani oksijen reaktif türlerin (ROS) oluşumunun baskılanması ve oksijen reaktif türlerinin çıkarılması veya inaktive edilmesinden kaynaklanmaktadır (Pascoal vd., 2014; Szczesna, 2006). Arı polenin apoptoza neden olma ve tümör nekroz faktörü-alfa salınımını etkilediği belirlenmiştir (TNF- α) (Wu vd., 2007). Dolayısıyla, arı polenin; tümör hücrelerinin gelişimini engelleyerek hücre üzerinde sitotoksik aktiviteye sahip olduğu düşünülmektedir (Pascoal vd., 2014).

Arı poleni ekstraktlarının K-562 hücreleri, lösemi hücreleri veya prostat kanseri PC-3 hücreleri için farklı hücre dizilerinin inhibisyonu üzerindeki etkisi belirlenmiştir (Abdella vd., 2009; Hamblin vd., 2006). Arı poleni ekstraktları ile muamele edilen kanser hücre dizileri içerisindeki solunum patlamasının engellenmesi, antioksidan potansiyelleriyle ilişkilidir (Pascoal vd., 2014). İnsan prostat kanseri PC-3 hücrelerinde apoptozu tetikleyerek kuvvetli sitotoksikite, Brassica campestris'den (Brassicaceae) toplanan arı poleninden bir kloroform ekstraktına ait steroid fraksiyonunun uygulanmasından sonra ortaya çıkarıldığı belirtilmiştir. (Wu vd., 2007). Arı poleni ekstraktlarının prostatik koşullarda faydalı etkilerinin varsayılan anti-enflamatuar ve anti-androjen etkilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Rzepecka-Stojko vd., 2012b). Cistus ladaniferus polenin (Cistaceae), farelerin kemik dokularında, laboratuvarında, yaşayan organizmada anabolik ve uyarıcı bir etki gösterdiği, yüksek antioksidan ve temizleme kabiliyetleri olduğu belirtilmiştir (Nagai vd., 2005). Farelerin karaciğerlerinde, beyinlerinde ve eritrositlerin lizatlarındaki antioksidan enzim aktivitesinin, arı polen

ekstraktlarıyla modüle edilebileceği tespit edilmiştir (Saric vd., 2009). Örneğin, arı poleni ekstraktları, murin hepatik hücrelerinde membran lipidlerinin peroksidatif parçalanmasını azaltmıştır. Arı poleni ile tedavinin iyi sonuçları, prostatik hiperplazinin yanı sıra, kronik bakteriyel olmayan prostat sendromu olan hastalarda da saptanmıştır (Campos vd., 2010). Arı poleni [çavdar polen özü, Glycine max (soya), Prunus mexicana] uygulamasından sonra iyi huylu prostat hiperplazisi (BPH) olan hastalar ile prostat kanserinin ilk aşamasında olan hastalarda düzelme olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, prostat kanserli hastalarda polen uygulamasının, kemoterapötik tedaviyi tamamlayıcı olduğu vurgulanmalıdır (Duclos vd., 2007). Hücre kültürlerinden elde edilen verilere göre; arı polenin, özellikle fenolik asitler ve flavonoidler (örneğin apigenin ve kaempferol) gibi farklı tür bileşiklerle ekstraktlarının, hücre gelişmesini kontrol etmeye yardımcı olduğu ifade edilebilir (Abdella vd., 2009).

2.3.5. Antibakteriyel ve Antifungal Etkiler

Polenin antibakteriyel etkisi, bal arıları tarafından üretilen bir enzim olan glikoz oksidaz özelliği ile bağlantılıdır. Glikoz oksidaz, polen taneleri oluşurken polene katılmaktadır (Campos vd., 2008). Mikrobiyolojik aktivitenin flavonoidler ve fenolik asitler ile ilişkili olduğu da belirtilmiştir. Flavonoidler ve fenoller, potasyum iyonlarının kaybına ve hücre otolizinin başlamasına yol açan sitoplazma zarının parçalanmasıyla, bakteriyel ve fungal hücrelere karşı etki etmektedir (Erkmen vd., 2008).

Monofloral arı polenin patojenik bakterilere karşı antibakteriyel aktivitesi, Fatrcová-Šramková ve arkadaşları (2013) tarafından tespit edilmiştir. Örneğin, *Staphylococcus aureus*; haşhaş polenin (Papaver, Papaveraceae) %70'lik etanol ekstraktına en duyarlı bakteridir. *Salmonella enterica* ise kolza polenin (Brassica napus, Brassicaceae) %70'lik metanol ekstraktına ve ayçiçeği polenin (Helianthus annuus, Asteraceae) %70'lik etanol ekstraktına karşı en hassas bakteridir. *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa* arı poleni ekstraktlarına daha az duyarlıdır. *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella spp.* *Bacillus subtilis*, ve *Pseudomonas aeruginosa*' ya karşı arı polenin %80'lik etanol ekstraktı ile antibakteriyel etkisi, gösterilmiştir (Carpes vd., 2007). Bununla birlikte, polenin %0.02 ila %2.5 (h / h) konsantrasyonlarında bakterilere (*Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Enterococcus faecalis* and *Listeria monocytogenes*) ve mantarlara (*Saccharomyces cerevisiae* ve *Aspergillus niger*, *Candida rugosa* ve *Rhizopus oryzae*) uygulanmasının hiçbir antimikrobiyal etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Erkmen vd., 2008). Arı polenin

antimikrobiyal aktivitesi, uygulanan konsantrasyona bağlıdır. %5'lik konsantrasyonda polen ekstraktı uygulaması ile *A. alternata* ve *F. oxysporium*' un %50'sinin inhibe edildiği belirtilmiştir (Özcan vd., 2004).

2.3.6. Hepatoprotektif ve Detoksifikasyon Aktivitesi

Hayvanlar üzerinde yapılmış olan bazı çalışmalarda, polen biyoaktif maddelerinin karaciğer fonksiyonlarını iyileştirdiği belirlenmiştir (Uzbekova vd., 2003). Polen ekstraktları, organik bileşiklerle (etanol, karbon tetraklorür ve trikloretilen, etiyonin, amonyum florür) veya ilaçlarla (parasetamol ve hidrokortizon) zehirlenmiş kişilerin kanında bulunan enzimlerin (örneğin alanin, aspartat transaminaz, asit fosfataz) ve bilirubinin patolojik seviyelerini düşürdüğü tespit edilmiştir (Florek vd., 1995). Detoksifiye edici polen aktivitesi polifenollerle, özellikle de flavonoidler ve fenolik asitlerle ilişkilidir (Eraslan vd., 2009). Arı polenin detoksifikasyon etkisi, ağır metaller veya pestisitler (karbaril, propoksur) ile zehirlenmiş farelerde saptanmıştır (Pascoal vd., 2014).

2.3.7. Anti-Aterosklerotik Etki

Polen ekstraktları, toplam lipidlerin, triaçilgliserolün ve kolesterolün içeriğini düşürerek hipolipidemik aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Kardiyovasküler hastalıklarda da faydalı etkileri saptanmıştır (Polanski vd., 1998). Kardiyovasküler hastalığı olanlarda, arı poleni kullanımı kan viskozitesini düşürür ve aterosklerotik plak oluşumunun yoğunluğunun azaltılmasında ve trombosit agregasyonunun düşürülmesinde etkili olduğu belirlenmiştir (Pascoal vd., 2014). Arı polenin bu etkileri, mevcut olan (%50'den fazla) serbest yağ asidi formları (omega-3, alfa-linolenik asit) ile ilgilidir ve bunlar, trombosit agregasyonunun ana inhibitörü olan prostaglandin-3 için bir öncü görevi görür. Ayrıca, polen tüketiminden sonra artan fibrinolitik sistem aktivitesi doğrulanmıştır (Yakusheva, 2010). Polenin böyle bir özellikle, kalp hastalıklarından ve beyin felcinden koruduğu belirlenmiştir (Bogdanov, 2014).

2.3.8. Bağışıklık Düzenleyici ve Anti-alerjik Etki

Arı poleni kullanımının bağışıklık sistemini güçlendirdiği belirtilmiştir. Qin ve Sun (2005); bir etanol ekstraktı polen typhae (EEPT)'nın farelere uygulanmasından sonra, hücre immün yanıtında iyileşme olduğunu saptanmıştır. Tavşanlarda humoral bağışıklık sisteminin uyarılmasıyla “spesifik IgM ve IgG seviyelerinde bir artış” olduğu tespit edilmiştir (Dudov

vd., 1994). Arı polenininde içerdiği flavonoidler, steroidler ve uçucu yağ bileŖiklerinin bađıŖıklıđı baskılayıcı etkisi belirlenmiŖtir. Arı poleni, mast hucresinin aktivasyonunu inhibe ederek, anti-alerjik reaksiyonun arttırılabileceğini ve boyece alerjik reaksiyonların hem erken hem de geç evresi üzerinde etki yaptığını belirlenmiŖtir. Arı polenininde anti-alerjik aktivitesi, IgE'nin reseptörüne bağlanmasının engellenmesi ve alerjenik cevabın ana uyarıcısı olan histamin salgısının inhibisyonu ile ifade edilmektedir (Ishikawa vd., 2008).

2.3.9. Beslenme zellikleri

Polen ile yapılmıŖ gıda takviyesinin, insanlarda ve hayvanlarda ki faydaları tespit edilmiŖtir (Bogdanov, 2014). Polenin, protein metabolizmasının düzenlenmesi ve geliŖtirilmesine etki gösterdiği belirlenmiŖtir. Beslenme bozukluğu tedavisinde polenin yararlı olacağı tespit edilmiŖtir. Esansiyel amino asitler, esansiyel yağ asitleri ve mikro besinlere vücudunda fazla gereksinim duyan ve beslenme bozukluğu nedenli, iyileŖmekte zorluk çeken, yaŖlı kiŖiler için de arı poleni kullanımı nerilmiŖtir (Wu vd., 2007). İŖtatsız olan çocuklar için de, protein bakımından oldukça zengin polen ile desteklenmiŖ bir diyetin uygun olacağı belirtilmiŖtir. Beslenme bozuklukları eŖitli hastalıklara ve hatta ölüme neden olmaktadır. Bu ve bunun gibi riskleri önlemek ve ameliyat sonrası, hastanede yatan riskli gruptaki kiŖilere de polen kullanımının faydalı olacağı belirtilmiŖtir (Tikhonov vd., 2006). Besin içeriği yönünden zengin polen tüketimi, kemoterapi ve radyoterapinin yan etkilerini azaltarak, hastaların sağlık durumunun iyileŖtirilebileceđi belirtilmiŖtir (Yakusheva, 2010). Düzenli bir Ŗekilde arı poleni tüketimi, fiziksel ve zihinsel alıŖmalar yapan bireyler için faydalıdır (Nakajima vd., 2009). Arı polenininde diyet takviyesi olarak kullanımı, kas fonksiyonlarının güçlenmesine ve vücut kütlesinde artıŖa fayda sağlamaktadır (Salles vd., 2014). Gıdaya arı poleni takviyesi, probiyotik canlılık üzerine olumlu etki oluŖturmuŖ ve fermente süt içeceklerin viskozitelerinde görünür artıŖ sađlamıŖtır (Yerlikaya, 2014).

2.3.10. Arı Poleni Tüketiminin Yan Etkileri

Toplanan arı polenlerindeki en önemli sorun, kontaminant maddelerin (ağır metaller, böcek ilaçları, herbisitler, mikotoksinler, bakteriler ve antibiyotikler) varlığı olarak belirtilmiŖtir. Genel olarak, bakteri ve mikotoksin kontaminasyonunun daha büyük bir problem olduğu görülmektedir (Bogdanov, 2014). Mikotoksinler arasında *Aspergillus* türleri tarafından üretilen okratoksin A, en tehlikeli toksinlerden biri olarak kabul edilmektedir.

Okratoksin A'nın, mutajenik özellikleri (DNA hasarının indüksiyonu) ve antioksidan mekanizmasının azaltılmasında önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir (Cavin vd., 2007).

Echium vulgare, *Symphytum officinale*, *Senecio jacobaea* gibi bazı bitki türlerine ait polenlerde, hepatotoksik özelliklere sahip pirolizidin alkaloidleri tespit edilmiştir (Kempf vd., 2010). Doğadaki tüm çiçekli bitkilerin yaklaşık %3'ünün hepatotoksik pirolizidin alkaloidlerini içerdiği belirtilmiştir (Stegelmeier vd., 1999). Pirolizidin alkaloidlerini içeren bitkiler, kuvvetli toksik etkileri ve doğada yaygın olarak bulunmaları nedeniyle, insanlar ile, evcil ve yabani hayvanlar için önemli bitkisel toksikasyon kaynağı olarak belirtilmiştir (Prakash vd., 1999).

Bu nedenle, standart hale getirilmiş polen tabletleri önerilmektedir (Szczena, 2006). Arı poleni alımından sonra anafilaksi dahil, alerjik reaksiyonlar fark edilmiştir (Makris vd., 2010). Buna göre alerjilere veya atopik hastalığa yatkın bireylerin, hem arı poleninden hem de ekstraktlarının tüketiminden sakınmalıdır. Genel olarak, arı poleni tüketiminde komplikasyonları önlemek için hekimlerle görüşülmelidir (Prichard vd., 1985).

2.3.11. Arı Poleninin Standart Ve Kalitesi

Özel kullanım amacıyla, biyolojik aktif bileşenlerin içeriği; flavonoidler (Campos vd., 1997; Serra Bonvehi vd., 2001) veya vitamin içeriği ile belirlenmelidir. Arı ürünleri, çeşitli nedenlerden dolayı kontamine olabilmektedir. Bu kontaminantlar, ağır metaller, böcek ilaçları ve havada bulunan kontaminantlardır. Yüksek kalitede polen elde etmek için, yoğun trafikten ve pestisit uygulaması yapılmış tarım alanlarından 3 km uzaklıktaki alanlardan toplanmalıdır. Polende bulunabilecek diğer kontaminantlar, arıcılık kaynaklı olabilmektedir. Başlıca kontaminantlar akarisitler; lipofilik sentetik bileşikler, organik asitler ve uçucu yağların bileşenleri, çoğunlukla tetrasiklinler, streptomisin, sülfonamidler ve kloramfenikol olmak üzere, kuluçka hastalıklarının kontrolünde arılara uygulanan antibiyotiklerdir. Petek güvesinin kontrorlünde kullanılan kimyasal maddelerden paradiklorobenzen, diğer kontaminasyon nedenidir. Arının kovana getirdiği polenler, kovan girişine yerleştirilen tuzaklar ile toplanmaktadır. Bu nedenle polen, arıcılık orjinli kontaminant maddelerden en az etkilenen arı ürünüdür. (Bogdanov, 2006).

Temel kalite kriteri, mikrobiyolojik güvenliğin sağlanmasıdır. Polenin mikrobiyolojik olarak kalitesi, patojenik bakteri ve mantar içermediğinin yapılan kontrollerle belirlenmesi ile

mümkündür. Var olan bakteriler ışınlama, ozon muameleleri veya kimyasal fumigantlarla yok edilmeli, böylece toksik kalıntı oluşumu engellenmelidir (Yook vd., 1998).

Yetişkinler için, tedavi amaçlı günlük 20-40 g polen kullanımı uygulanabilir. Çocuklar için 1-2 çay kaşığı ve yetişkinler için 3-5 (bir çay kaşığı polen 7,5 g) kullanımı önerilmektedir. Polen kullanımı, genel olarak yemekten önce ve günde 3 kez alınabilir. Tedavi amaçlı kullanım süresi 1-3 aydır ve yılda 2-4 kez tekrar edilebilir. Tedavi amaçlı kullanımda kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar arası uygundur. Kronik hastalıklarda ve diğer ilaçların yanında düşük oranlarda polen kullanılmaktadır (Bogdanov, 2014; Rimpler, 2003).

Polen tanelerinin sindirilme oranını artırmak için, polene öğütme işlemi uygulanır veya ılık suda bekletilir. Polen taneleri, su ortamında şişerek 2-3 saat sonra çatlar ve değerleri serbest hale gelir. Polen 1:1 veya 1:4 oranlarında, bal, yoğurt, reçel, tereyağı vb. ürünlerle karıştırılarak kullanılabilir. Hazırlanan karışım günde 3 kez, 1 çay kaşığı tüketilebilir (Bogdanov, 2014; Rimpler, 2003).

Ağızda mekanik parçalama işlemi tamamlanmayan polenlerin sadece %10-15'i organizmada kullanılabilir. Ağızda mekanik parçalama ve kimyasal sindirimden sonra, polenin %60-80'i organizmada kullanılabilir (Bogdanov, 2014; Rimpler, 2003).

2.4. Gıdalarda Polen Kullanımına Örnekler

Arı poleni hakkında yapılmış çalışmalar, arı polenin antioksidan, antifungal, antibakteriyel ve antienflamatuar gibi özelliklerinin olduğu saptanmıştır. Bu nedenle, arı polenin gıdalarda kullanımı için en uygun yöntemin belirlenmesi hedeflenmiş ve farklı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda incelenmektedir.

Arı poleni ile zenginleştirilerek hazırlanan fermente sütlerin antimikrobiyal, kimyasal, reolojik, duyuşal özellikleri ve probiyotik canlılığı üzerine etkileri araştırılmıştır. Yapılan çalışmada; arı polenleri, 2,5 mg/mL (B), 5 mg/mL (C), 7,5 mg/mL (D), 10 mg/mL (E) ve 20 mg/mL (F) oranında ilave edilmiştir. Kontrol örneğı (A) için arı poleni ilavesi yapılmamıştır. Kontrol ve arı poleni ilaveli süt örnekleri, *Lactobacillus acidophilus La 5*, *Bifidobacterium animalis subs. lactis Bb 12* ve *Streptococcus thermophilus* içeren ticari bir ABT1 starter kültürü (Chr. Hansen, Hørsholm, Danimarka) ile fermente edilmiştir. *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *P. fluorescens*, *P. aeruginosa* ve *A. hidrophilia*' ya karşı 7,5 mg/mL polen ilavesine bağıli antimikrobiyal etki görülmezken, 10 mg/mL, 20 mg/mL polen ilavesinde, sadece *S. thyphimurium* ve *E. coli* gibi bakterilerin inhibisyon oranlarında aktivite ve olumlu etkiye ulaşılmıştır. Probiyotik canlılık üzerinde, arı poleni takviyelerinin olumlu bir etki gösterdiği ve viskoziteyi artırdığı belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla, arı poleni ilaveli örneklerde, polen ilavesiyle artan kuru madde ve protein içeriğinin yüksek olması sebebiyle, polen ilavesinin ve depolamanın, viskoziteyi görünür düzeyde etkilediğı belirlenmiştir. Endüstriyel olarak, 5-7,5 mg/mL oranında arı poleni içeren fermente süt içeceklerinin kabul edilebilirliğinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonunda, ilave edilen polenin, duyuşal özellikler üzerinde olumsuz etkilere neden olduğundan, ürün geliştirme sırasında lezzet verici bileşenlerin, meyve özlerinin ve tatlandırıcı maddelerin eklenmesi önerilmiştir (Yerlikaya, 2014).

Jovana ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan çalışmada, arı poleni ile zenginleştirilmiş (%0,6 w/w) sütün (%1, %2,8 ve %3,2 w/w yağ) işlemden geçirilmesiyle asidofil sütü ve probiyotik yoğıurtun hazırlanma ihtimalini incelemişlerdir. Üretilen fermente sütlerin kalitesi, fermentasyon ve depolama süresi boyunca, pH değeri ile 14 günlük depolama süresince, laktik asit içeriğı ve duyuşal özellikleri karşılaştırılarak gözlemlenmiştir. Laktik asit içeriğinin, kullanılan starterlerin türünden daha fazla etiklendiğı, arı poleni ilavesi ve yağ içeriğinin çok etkili olmadığı tespit edilmiştir. Üretilen asidofil sütüne ve probiyotik yoğıurda arı poleni ilavesinin, fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri üzerinde olumlu bir etkisi

olduğunu göstermiştir. Arı poleni ilavesiyle ortamda artan glikoz, fruktoz ve sakkaroz olmak üzere çeşitli karbonhidratların varlığından dolayı (Xu vd., 2009) üretilen probiyotik yoğurtların, fermantasyon sürelerini düşürdüğü belirlenmiştir. Arı polenin, kullanılan laktik asit bakteri starterlerinin (*L. acidophilus* LA-5, *S. thermophilus* and *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*) gelişmesinin sağlayacağını, daha sonra laktik asit üretimini arttırabileceğini göstermektedir. Artan laktik asit üretimi ve arı poleni içeriğine bağlı olarak depolama sırasında pH değerlerinde hafif bir düşüş gözlemlenmiştir. Çalışma sonunda elde edilen bilgiler, arı poleni ile zenginleştirilmiş yeni bir fonksiyonel gıda üretiminin uygulanmasında kullanılabileceği belirtilmiştir.

Arı poleni ile zenginleştirilerek üretilen yoğurt örnekleri Ioannis ve arkadaşları (2018) tarafından yapılan çalışmada incelenmiştir. Yapılan çalışmada, Epirus bölgesinden gelen, zengin ve doğal bir biyofonksiyonel bileşen kaynağı olan ve yüksek in vitro antioksidan kapasiteye sahip arı poleni kullanılmıştır. Sütleri %0,5, %1, %2,5, %3 (w/v) oranlarında polen ilaveli olarak hazırlanmışlardır. HPLC/ESI-MS kullanılarak, dokuz polifenol tanımlanırken, on tanesinin henüz bilinmediği belirtilmiştir. Arı poleni ile zenginleştirilmiş yoğurtların yüksek antioksidan kapasitesi, sırasıyla koyun sütü yoğurtlarda, ardından da inek ve keçi sütü yoğurtlarda kaydedilmiştir. Yoğurtlara ilave edilen arı poleni miktarı, kontrol numunelerine kıyasla (arı poleniyle hazırlanan yoğurt içermeyen) daha yüksek bir antioksidan kapasitesi ile sonuçlanmıştır. Arı poleni ile hazırlanan yoğurtların toplam fenolik içeriği, yoğurtlara eklenen polenin konsantrasyonu ile birlikte, kullanılan süt türünden önemli ölçüde etkilenmiştir ($P < 0.05$). Öğütülmüş arı poleni ve yoğurt ile yeni matrisin sinerjik etkisi, toplam fenolik içeriğinde önemli bir artışa neden olmuştur. Toplam fenolik içeriği en yüksek koyun, sırasıyla inek ve keçi yoğurdu olarak belirtilmiştir. Arı poleni içerikli inek, keçi ve koyun sütünden yoğurtların hazırlanmasıyla, in vitro antioksidan kapasite ve toplam polifenol içeriği, geleneksel yoğurtlara nispeten önemli ölçüde arttırılmıştır. Ek olarak, ürünün kohezyonunu, tadını, kokusunu ve görünümünü önemli ölçüde arttırdığı; yüzey/ara yüzey aktif lipid bağlı proteinlerin oluşumundan dolayı genel bir gıda yüzeyi ve ara yüzey malzemesi arttırıcı olarak faydalı kullanımının olduğu belirlenmiştir. İlk olarak duyusal değerlendirme bilgisine dayanarak, arı poleni bulunan yoğurtlar, yeni biyo-fonksiyonel yiyecek olarak ve insanların kronik sağlık rahatsızlıklarının tedavisi için alternatif seçenek olarak önerilmiştir.

Pop ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan çalışmada, arı poleni, chia tohumu ve kıvılcık ilaveli yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretimi gerçekleştirilen yoğurtlar 4°C'de 21 gün boyunca muhafaza edilmiştir. Depolama boyunca ilave edilen maddelerin, probiyotik bakterilerin canlılığı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Üretimde %1,4 chia tohumu, %7,6 kıvılcık ve %1 polen kullanılmıştır. *L. bulgaricus*'un ortalama canlı hücre sayıları, 0. günde 2.36×10^7 cfu/g'dan 21. günde 1.22×10^7 cfu/g'ye düşerken, *S. thermophilus*, 0. günde 1.396×10^7 cfu/g'den 21. günde 0.606×10^7 cfu/g'ye düşmüştür. 1. günde bütün yoğurt türlerinin başlangıç pH'ı 4.71 ile yaklaşık olarak aynı, fakat sade yoğurt ve %1 polen ve %5 bal içeren yoğurt pH'ı en düşük 4,13 ve en yüksek 4,35 belirlenmiştir. Sonuç olarak, yoğurt içerisine arı poleni ve kıvılcıkların ilavesiyle laktik asit bakteri canlılığının artırabileceği gösterilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, arı poleni ile zenginleştirilerek süt tozunun fonksiyonel bir ürün olarak, yanıt yüzey metodolojisi ile üretmek amaçlanmıştır. Çalışmada, süt tozunu vakumda kurutulmuş arı poleni ile geliştirmeyi amaçlamışlardır. Arı poleni %5-15, sıcaklık 20–30 °C ve 15–25 inHg basınçta geliştirilen ürünün fiziksel özellikleri ve toplam fenolik içeriği üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Polen, sıcaklık ve basınçla birlikte toz geri kazanımında (%41,53-52,96) bir artış gösterdiği belirlenmiştir. %12,35–22,65 polen kullanımı ve basınç ile toplam fenolik madde içeriğinde artış belirlenmiştir. Polen ve sıcaklığın etkisiyle çözünürlük %74,86–83,73, kütle yoğunluğu ise $0,37-0,63 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ azalırken, polen ilavesiyle higroskopiklik %13,10–18,29 oranında artış göstermiştir. Polifenol bakımından zengin süt tozu için optimum koşulların 26,4 °C sıcaklık ve 23,37 inHg basınçta, %13,72 polen kullanılarak sağlanacağı belirlenmiştir. Süt tozuna arı poleni ilavesinin, ürünlerdeki polifenollerin varlığını güçlendirdiği yapılan morfolojik ve FTIR analizleri ile belirlenmiştir. Nitekim bu araştırma, besleyici değeri yüksek olarak üretimi gerçekleştirilen, gıda ürünlerinin (fırıncılık, şekerleme, tahıllar) formüle edilmesinde, polifenol bakımından zengin süt tozunun kullanımı için kapı açacağı belirlenmiştir (Thakur vd., 2019).

2.5. Dondurma Üzerine Yapılmış Farklı Çalışmalar

Mehmetoğlu (2019) tarafından yapılan ve propolis katkıli dondurmaların fizikokimyasal yapısının depolama süresince incelendiği çalışmada kontrol grubu ile %0,1, %0,2, %0,3, %0,4 ve %0,5 oranlarında propolis tozu ilave edilerek, 6 farklı dondurma grubu üretimi gerçekleştirmiştir. Toplanan ham propolise ekstraksiyon işlemi uygulanarak sulu propolis elde edilmiştir. Daha sonra liyofilizatör ile toz haline getirilmiştir. Elde edilen propolis numunelerine toplam fenolik madde $136,19 \pm 3,35$ mgGAE/mL, DPPH IC_{50} $2,12 \pm 0,00$ mg/mL, FRAP 1 g propolisin $396,84 \pm 6,52$ mg TE tespit edilmiştir. Dondurma miksi numunelerinde kuru madde %36,9 ile 39,3 aralığında, pH 6,29 ile 6,5 aralığında, titrasyon asitliği 1.11 ile 1.39 % laktik asit eşdeğeri aralığında tespit edilmiştir. Dondurma numunelerinde hacim artış indeksi $20,83 \pm 1,64$ ile $23,67 \pm 0,24$ aralığında tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak erime oranı tayini, tekstür analizi ve duyusal analizler yapılmıştır. Propolis tozu ilavesi, dondurmanın duyusal ve fiziksel özelliklerini belirli oranda olumsuz etkilediği, fakat antioksidan aktiviteye olumlu etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Durak (2019) tarafında yapılan çalışmada, meyve katkıli (%6 oranında frambuaz, böğürtlen, vişne, kivi ve muz püreleri) dondurmaların reolojik, kimyasal ve duyusal özellikleri araştırılmıştır. Meyve katkıli üretilen dondurmalar, -18 °C'de 60 gün boyunca depolanmıştır. Dondurma numunelerinde toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite, pH, renk, titrasyon asitliği, erime oranı, ilk damlama süresi, tekstür ve viskozite analizleri yapılmıştır. Dondurma numunelerine meyve püresi ilavesiyle, pH ve sertlik değerlerini azalttığı, yapışkanlık ve titrasyon asitliği değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Genel olarak dondurma numunelerine meyve ilavesinin hacim artış indeksini düşürdüğü belirlenmiştir. Dondurma numunelerinde kuru madde miktarı, kontrol örneğine kıyasla meyve ilaveli örneklerde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Dondurma numuneleri 1 gün, 30 gün ve 60 gün olarak depolama sonunda, ilk damla sürelerinde düşüş, erime oranlarında artış görülmüştür. Dondurma numuneleri arasında viskozite değeri farklı olmasına rağmen, istatistiki açıdan benzerlik tespit edilmiştir. Meyve püresi ilavesiyle, dondurma numunelerinin sade dondurmaya kıyasla toplam fenolik madde miktarlarının arttığı belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre böğürtlen ve muz katkıli dondurma numuneleri genel beğeni açısından en çok tercih edilen dondurma grubu olarak saptanmıştır.

Avkan (2020), fonksiyonel dondurma üretiminde farklı oranlarda hazırlanmış (kontrol, %6, %12, %25, %100 bezelye protein izolatu ve süt yağı, %100 bezelye protein izolatu ve

bitkisel yağ) altı grup dondurma üretimi gerçekleştirmiştir. Dondurma numunelerine 1., 30. ve 60. günlerde tekstürel, kimyasal, fiziksel ve duyuşsal analizler yapılmıştır. Dondurmaya ilave edilen bezelye protein izolatının duyuşsal özellikleri olumsuz etkilediği, fizikokimyasal ve tekstürel özellikleri iyileştirdiği belirlenmiştir. %6 ve %12 bezelye protein izolatı ilavesinin dondurmanın duyuşsal özelliklerini önemli düzeyde etkilemediği tespit edilmiştir. Depolamanın ise elastikiyet, sakızimsılık, iç yapışkanlık değerlerini ve hacim artışıını önemli düzeyde etkilediği belirtilmiştir. Süt yağı ve bitkisel yağın dondurmanın renk ve görünüş hariç diğer özelliklerini etkilediği bildirilmiştir. Bezelye protein izolatı ilave edilerek üretilen dondurma örneklerinde, aroma maddesi kullanımıyla duyuşsal olarak tüketiciler tarafından kabul göreceği belirtilmiştir.

Akalın (2020) tarafından yapılan çalışmada, yağsız sütozu ile zenginleştirilen bitkisel bazlı süttten az yağlı dondurma üretimi gerçekleştirilmiştir. Badem-fındık-acı bakla, badem-fındık, fındık-acı bakla, badem-acı bakla, badem, fındık, acı bakla ile 7 farklı dondurma üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen dondurma mikslerine ve dondurma numunelerine kuru madde, yağ, toplam azot ve protein, titrasyon asitliği, pH, toplam şeker miktarı, hacim artışı, ilk damlama süreleri, erime miktarı, tamamen erime süreleri, hunter renk analizi, toplam fenolik madde konsantrasyonu, antioksidan kapasite değerleri, viskozite, mikrobiyolojik analiz ve duyuşsal analiz yapılmıştır. Dondurma numunelerinde 1. günde ve 3 aylık depolama sonucunda, *Lb. acidophilus* sayılarıyla, üretilen dondurmanın probiyotik özelliklerinin koruduğu belirlenmiştir. Üretimde kullanılan bitkisel bazlı sütlerin, dondurma numunelerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumsuz etkilemediği saptanmıştır. Üretilen dondurma çeşitleri arasından en çok beğerilen, fındık sütu ilaveli dondurma olarak belirlenmiştir.

Dondurma, üretiminde kullanılan süt sayesinde besin değeri yüksek bir üründür ve beslenmemizde önemli bir yere sahiptir. Kendine özgü renk, tat, koku ve aromaları vardır. Tüketiciler tarafında beğerilmesinin yanında, sağlıklı beslenmek amacıyla da tercih edilmektedir. Bu nedenle, dondurmaya fonksiyonel özellik kazandırılmaya çalışılmaktadır. Artan teknolojik imkanlar ile farklı dondurma üretimleri gerçekleştirilmekte ve içerik olarak zengin türler ortaya konmaktadır. Son zamanlarda, çeşitli hastalıklarda beslenmenin önemi, pek çok uzman tarafından ifade edilmektedir. Bu nedenle tüketiciler renk-görünüş, tat-kokusu iyi olan, besleyici ve fonksiyonel gıdalara yönelmiştir. Dondurma, fonksiyonel özellik kazandırılmak için, uygun bir gıda olarak belirlenmiştir. Yapılan farklı ilaveler ile fonksiyonel bir gıda haline getirilen dondurma, pek çok araştırmacının konusu olmuştur.

Literatürde dondurma üretiminin arı poleni ilavesi ile gerçekleştirildiği bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Yukarıda açıklanan bilgiler ışığında polen ilavesinin dondurma üretiminde, pozitif etkilerinin olacağı düşünülmektedir. Süt ürünleri içerisinde önemli bir yeri olan dondurmanın, teknolojik ve besinsel özelliklerinin iyileştirilmesi, geliştirilmesi ve sektördeki ürün çeşitliliğinin artırılmasına katkı sağlamak için bu çalışma tercih edilmiştir. Böylece, polenin insanların severek tükettiği bir gıda çeşidi olan dondurmada kullanımı denenmiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Dondurma üretiminde kullanılan şeker, su, yağsız süt tozu, stabilizatör (salep) ve krema ilgili internet satış platformlarından ve yerel marketlerden temin edilmiştir. Polen örnekleri ise Tekirdağ'da faaliyet gösteren 5 farklı arıcıdan temin edilip, karıştırılarak homojen hale getirildikten sonra kullanılmıştır. Daha sonra arı poleni ilaveli dondurma üretimi yapılmıştır. Farklı oranlarda üretimi gerçekleştirilen örneklerin özellikleri belirlenerek karşılaştırılmıştır. Tüm fiziksel, kimyasal ve duyuşsal analizler sırasında örnekler -18 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.2. Yöntem

Arı poleni içeren dondurma örneklerinin üretimi Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Beş farklı oranda polen içeren dondurma örnekleri ve bir kontrol grubu olmak üzere, üç tekerrürlü şekilde toplamda 18 örnek üretilmiştir. Ürün analizleri, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği laboratuvarlarında, Bilimsel ve Teknoloji Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi (NABİLTEM)'nde yapılmıştır.

3.2.1. Dondurma Üretimi

Dondurma üretimi, bir dondurma makinası (Delonghi, II Gelataio, ICK 5000, Çin karıştırma hızı yaklaşık 225 rpm) kullanılarak bazı modifikasyonlarla Kurt vd. (2016) ve Soukoulis ve Tzia (2018) tarafından belirtilen yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Üretimde kullanılan dondurma makinasına ait fotoğraf Şekil 3.1'de belirtilmiştir.



Şekil 3.1.Dondurma makinası

Dondurma karışımları %61 su, %15 süt tozu, %19 şeker, %1 salep ve %4 krema oranlarında 500 g'lık mikserler hazırlanmıştır. Tüm bileşenler sabit tutularak, farklı konsantrasyonlarda dondurma elde etmek için bu karışımlara beş farklı oranda (%0,5, %1, %1,5, %2, %2,5) arı poleni ilave edilmiştir. Dondurma örnekleri; kontrol grubu K, %0,5 polen ilaveli örnek grubu P1, %1 polen ilaveli örnek grubu P2, %1,5 polen ilaveli örnek grubu P3, %2 polen ilaveli örnek grubu P4 ve %2,5 polen ilaveli örnek grubu P5 olacak şekilde kodlanmıştır. Üretimi gerçekleştirilen dondurma formülasyonlarına ait bileşim tablosu Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Arı poleni ilaveli dondurma üretiminde kullanılan formülasyon

Örnekler	Su	Süt Tozu	Salep	Krema	Şeker	Polen
K	%61	%15	%1	%4	%19	-
P1	%61	%15	%1	%4	%19	%0,5
P2	%61	%15	%1	%4	%19	%1
P3	%61	%15	%1	%4	%19	%1,5
P4	%61	%15	%1	%4	%19	%2
P5	%61	%15	%1	%4	%19	%2,5

Gereken salep, ana karışıma ilave edilmeden önce toplam şekerin %3,2'si ile karıştırılmıştır (Kaya ve Tekin 2001). Bu geleneksel yöntem ile karışımda topak oluşumunu engellemek amaçlanmıştır. Salep-şeker karışımı 50 °C'ye kadar ısıtılmıştır ve bu süre boyunca sürekli karıştırılarak kuru harmanlanmış bileşenlerin eklenmesiyle dondurma miksleri hazırlanmıştır. 500 g'lık dondurma mikslere 80 °C'de 15 dk batch tipi pastörizasyon uygulanmıştır. Dondurma miksleri pastörizasyon boyunca karıştırılmıştır. Daha sonra hazırlanan karışımlar soğutulmuş ve olgunlaşma için 4 °C'de 24 saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda mikslere %0,5, %1, %1,5, %2, %2,5 oranlarında polen ilave edilmiştir. Arı poleni ilaveli dondurma karışımları 4 °C'de 24 saat olgunlaşmanın ardından, dondurma makinasında 30 dk süreyle dondurmaya işlenmiştir. 3 tekerrür ile üretilen dondurmalar 100 ml'lik steril numune kaplarına alınmıştır ve analizler için derin dondurucuda -18 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.2.2. Yapılan Analizler

3.2.2.1. pH Analizi

Tüm örneklerin pH değerleri HANNA HI 2002 Edge pH metre kullanılarak ölçülmüştür. 5 g arı poleni 45 mL saf suda çözündürüldükten sonra pH ölçümü yapılmıştır. Dondurma miksleri ve dondurma örnekleri beher içerisinde oda sıcaklığında bekletildikten sonra, elektrot örneklerin tam orta noktasına daldırılarak, okuma işlemi yapılmıştır.

3.2.2.2. Kuru Madde ve Kül Analizi

Tüm örneklerin kuru madde miktarları AOAC (2000)'ye göre gravimetrik yöntemle belirlenmiştir. Bu amaçla tartım kapları, etüvde 100 °C'de bir saat tutulduktan sonra desikatörde soğutulup, darası alınmıştır. Tartım kaplarına hassas terazi kullanılarak 2'şer gram polen, dondurma örnekleri tartılmıştır ve 105 °C'deki etüvde 4 saat kurutulmuştur. Daha sonra tartım kapları desikatöre alınır ve oda sıcaklığına gelen tartım kaplarının ağırlıkları hassas terazide tartılmıştır. Dondurma örneklerinin 3 tekerrür 2 paralel olarak, % kuru madde değeri hesaplanmıştır.

Porselen krozelere, etüvde 100 °C'de bir saat tutulduktan sonra desikatörde soğutulup, darası alınmıştır. Sabit tartıma gelen porselen krozelere 2 g dondurma ve polen örnekleri konulmuştur. Porselen krozelere kademeli olarak sıcaklığı artırılan kül fırınında 550 °C'de

yakılmıştır. Gri-beyaz renge gelene kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Porselen krozeler daha sonra desikatöre alınmıştır. Oda sıcaklığına gelen porselen krozeler hassas terazide tartılmış ve % kül miktarları hesaplanmıştır (Kurt vd., 2007).

3.2.2.3. Renk Analizi

Örneklerin rengi Konica Minolta renk tayin cihazı (Chroma meter CR-5, Konica Minolta, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. Renk analizi, polene, dondurma mikslarına ve dondurma örneklerine yapılmıştır. L^* (100: beyaz, 0:siyah) , a^* (+ kırmızı, -yeşil) ve b^* (+sarı, -mavi) değerleri ölçülmüştür (Rommel ve ark. 1990).

3.2.2.4. Tekstür Analizi

Tekstür analizinde kullanılmak üzere, dondurma numuneleri üretimden sonra derin ve geniş numune kaplarına üst yüzeyi düz olacak şekilde doldurulmuştur. Analiz doğrudan numune kaplarında gerçekleştirilmiştir. Dondurma numuneleri üretimden sonra sırasıyla -18 °C'de 24 saat, 90 gün ve 180 gün depolanarak tekstür ölçümleri Texture Analyser cihazı (TA. HD. PLUS, Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, İngiltere) ile yapılmıştır. Analiz parametreleri; ön test hızı 1.0 mm/s, test hızı 2.0 mm/s, test sonrası hızı 10.0 mm/s, mesafe 50 mm, başlatma tipi otomatik-30 g, dara modu otomatik, veri toplama hızı 400 pps olarak belirlenmiştir. Analizde çoklu delinme probu (A/MMP) 25 kg yük hücresi kullanılmıştır.

3.2.2.5. Reoloji Analizi

Dondurma mikslarının reolojik özellikleri Discovery Hybrid Rheometer-2 (TA Instruments, DE, ABD) kullanılarak belirlenmiştir. Ölçümler, 5 °C'lik sabit bir ölçüm sıcaklığında 1-100 s⁻¹ kesme hızı aralığında standart soğutucu paralel plaka konfigürasyonu (plaka çapı 40 mm, boşluk mesafesi 500 µm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüm için bir mililitre dondurma miksi kullanılmıştır. Kayma hızı, 1-100 s⁻¹ aralığında 150 s'de doğrusal olarak artırılmış, daha sonra doğrusal olarak 150 saniyede 1 s⁻¹ 'e düşürülmüş ve iniş ve çıkış akış eğrileri elde edilmiştir (Kurt vd., 2016) .

Ostwald de Waele modeli, Denklem 3.1'de gösterildiği gibi akış davranış özelliklerini belirlemek için kullanılmıştır.

$$\alpha = K.Y^\eta \quad (3.1)$$

Denklem 3.1'de, α , K, Y ve η sırasıyla kesme gerilmesi (Pa), kıyım katsayısı (Pa.sⁿ), kesme hızı (s⁻¹) ve akış davranış indeksini temsil eder.

Tiksotropik alan, Denklem 3.2'de gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

$$A_t = (A_{\text{çıkış}} - A_{\text{iniş}}) \times 100 / A_{\text{çıkış}} \quad (3.2)$$

Denklem 3.2'de, $A_{\text{çıkış}}$ ve $A_{\text{iniş}}$ sırasıyla çıkış ve iniş akış eğrilerinin altındaki alanlardır (Pa/s).

Ostwald de Waele model parametreleri, model R² değerleri ve tiksotropik alan değerleri TA yazılım cihazı ile hesaplanmıştır (TA Instruments, DE, ABD).

3.2.2.6. Hacim Artışı

Soukoulis ve arkadaşları (2010) tarafından uygulanan yöntemle göre dondurma hacminin karışım hacmine oranına göre numunelerin hacim artış değerleri ölçülmüştür. Hacim artış değeri, hava ilavesinden dolayı belirli bir karışım hacminin ağırlığındaki azalmayı tanımlayan formül, Denklem 3.3'te verilmiştir.

$$\%Hacim\ artışı = \left[\frac{(dondurma\ hacmi - dondurma\ karışımının\ hacmi)}{dondurma\ karışımının\ hacmi} \right] \times 100 \quad (3.3)$$

3.2.2.7. İlk Damlamadan Tam Erimeye Kadar Geçen Süre Tayini

İlk damlamadan tam erimeye kadar geçen süre, Güven ve Karaca (2002) tarafından rapor edilen yöntem kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla -18 °C'de bekleyen 50 g'lık dondurma numuneleri, 0.2 cm'lik bir tel örgü elek ile kapatılmış bir behere konarak oda sıcaklığında (20 °C) erimesi için bekletilmiştir. Numunelerin ilk damlama ve tam erime süreleri saniye cinsinden hesaplanmıştır.

3.2.2.8. Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi

Toplam fenolik madde miktarı analizi, Singleton tarafından belirlenen metod ile (Singleton vd., 1999) gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Hwang vd. (2009) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Arı poleni ve dondurma numunelerinden (2 g örnek alınarak), santrifüj tüplerinde, üzerine 12 mL %80 metanol (h / h) çözeltisi eklenmiştir. Örnekler, 20 °C'de 70 devir/dk hızda 24 saat boyunca çalkalamalı inkübatörde (INFORS HT Ecotron) ekstrakte edilmiştir. Karışım, 24 saat sonra 20 °C'de 4500 d/dk 15 dk santrifüj (SIGMA 2-16KL) edilmiştir. Santrifüj sonrası berrak kısım mikropipetle ayrılmış ve 4 °C'de 24 saat bekletilmiştir. Dondurma ekstraktlarındaki fenolik bileşiklerin miktarı, Folin-Ciocalteu kolorimetrik yöntemle belirlenmiştir. 10 mL'lik bir tüpe 100 µL ekstrakt, 7,5 mL damıtılmış su ilave edilmiştir. Üzerine 500 µL Folin-Ciocalteu ayracı ve 1 mL sodyum karbonat (Na₂CO₃) çözeltisi (% 20 (a/h)) ilave edildikten sonra, son hacim damıtılmış su (900 µL) ile 10 mL ye tamamlanmıştır. Karışım oda sıcaklığında (yaklaşık 20-25 °C) tutulmuştur ve absorbans 720 nm'de ölçülmüştür. Standart çözeltiler 50-500 mg/L konsantrasyonunda hazırlanmıştır. Gallik asit ile elde edilen kalibrasyon eğrisine dayanarak örnek konsantrasyonları hesaplanmıştır. Toplam fenolik madde miktarı, miligram gallik asit eşdeğeri (GAE)/g dondurma örneği olarak ifade edilmiştir (Hwang ve ark. 2009).

3.2.2.9. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

Toplam fenolik içeriğinin belirlenmesinde kullanılan ekstrakt kullanılmış ve Miller vd. (1993) tarafından belirlenen metod ile analiz yapılmıştır (Miller vd., 1993). Arı poleni ve dondurma ekstraktı (250, 350, 450, 550, 650, 750, 850, 950, 1150, 1500 µL) bir test tüpüne (10 mL) eklenmiştir. Daha sonra 600 µL, 1 mmol/L 1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) çözeltisi eklenmiş ve metanol ilave edilerek 6 mL'ye tamamlanmıştır. Karışım oda sıcaklığında 30 dakika tutulmuş ve 517 nm'deki absorbans ölçülmüştür (Hwang ve ark. 2009).

% İnhibisyon değerleri Denklem 3.4'e göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \quad (3.4)$$

A₀: Kontrol örneğinin absorbans değeri

A₁: Dondurma ekstraktının absorbans değeri

Hesap edilen inhibisyon değerleri ile örnek konsantrasyonları grafiğe aktarılmıştır. Analiz sonucu örneğe bağlı eğri ve $y = ax + b$ eşitliği elde edilmiştir. Bu eşitlikten yararlanarak numunelerin EC_{50} değerleri hesaplanmıştır. Analizde polen ve dondurma örneklerine ilişkin eğrinin eğimi, standart Troloks solüsyonları (0,125– 2 mM) ile hazırlanan eğrinin eğimine oranlanarak (seyreltme faktörü ile çarpıldı), örneğin $TEAC_{DPPH}$ (μM Trolox eşdeğer (TE)/g) değerleri hesap edilmiştir.

3.2.2.10. Yağ Analizi

Dondurma miksinin yağ oranları Gerber yöntemi ile belirlenmiştir. Behere konan 20 gr dondurma örnekleri, oda sıcaklığında erimeye bırakılmıştır. Süt bütirometresine 10 mL %85'lik H_2SO_4 , üzerine 11 mL eriyen dondurma örneği ve son olarak da 1 mL amil alkol ilave edilmiştir. Bütirometrenin tıpası kapatılır, iyice çalkalanıp, 5 dk 1700 d/dk santrifüj edilmiştir. Daha sonra bütirometreler 10 dk, 70 °C'de su banyosunda bekletilip, sonuçlar okunmuştur (Metin ve ark. 1990).

3.2.2.11. Duyusal Değerlendirme

Arı poleni ilaveli dondurmaların duyusal analizleri, 8 kişilik panelist tarafından yapılmıştır. Dondurma numuneleri -10 °C'de servis edilerek test edilmiştir. Duyusal değerlendirme 5 puan üzerinden yapılmıştır. Duyusal değerlendirme cetveli ekler bölümünde verilmiştir.

3.2.2.12. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler, IBM SPSS Statistics 22 programı ile yapılmıştır. Örnek ortalamalarının arasında fark olup olmadığı One-Way ANOVA varyans analizi uygulanarak belirlenmiştir. Ortalamalar arasındaki farklar, $P < 0,05$ ile test edilmiştir. Önemli bulunan faktörlere Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Arı Polenine ait Analiz Sonuçları

Tekirdağ'da faaliyet gösteren arıcılardan temin edilip, karıştırılarak üretimde kullanılan arı polenlerine yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.1'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.1. Üretimde kullanılan arı polenine yapılan analiz sonuçları

Üretimde Kullanılan Arı Polenine ait Analiz Sonuçları	
pH	3,61
Kuru Madde (%)	86,27
Kül (%)	1,64
Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/g kuru polen)	7,60
Antioksidan aktivite TEAC _{DPPH} (μ M Trolox eşdeğer (TE)/g)	20,12
Antioksidan aktivite EC ₅₀ değeri (mg/mL)	6,50
Renk Değerleri	
L	58,04
a	16,23
b	56,83

Üretimde kullanılan arı polenine ait pH değeri 3,61 olarak belirlenmiştir. Aydın (2016) tarafından yapılan çalışmada, Antalya merkez ve çevre ilçelerden temin edilerek incelenen tazi arı poleni örneğinin pH değeri $3,98 \pm 0,04$ olarak bulunmuştur. Üretimde kullandığımız arı polenlerimizin pH değerleri, literatür ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Kullandığımız arı polenlerinin kuru madde (%) değeri 86,27 (nem (%) değeri 13,73) olarak bulunmuştur. Kanar (2017) tarafından yapılan çalışmada, Antalya ve çevre ilçelerden temin edilmiş taze arı poleninin nem içeriğini % $16,617 \pm 0,094$ olarak tespit edilmiştir. Başdoğan vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan arı polenleri incelenmiştir. Nem içeriği en yüksek $21,4 \pm 4,0$ ile Karadeniz Bölgesi'nden

toplanan arı polenlerinde, en düşük ise $13,1\pm 3,0$ ile Akdeniz Bölgesi'nden toplanan arı polenlerinde, Marmara Bölgesi'nde ise $18,3\pm 2,1$ tespit edilmiştir. Yapılan araştırma sonuçları incelendiğinde, üretimde kullandığımız arı polenin nem (%) değeri Başdoğan vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada, Akdeniz Bölgesi'nden toplanan arı polenlerinin nem (%) değeri ile uyum göstermektedir.

Analiz sonuçlarına göre kül (%) değeri 1,64 olarak tespit edilmiştir. Kanar (2017) tarafından yapılan çalışmada, kül miktarı 1.901 ± 0.006 olarak belirtilmiştir. Başdoğan vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada, kül miktarı en yüksek $2,6\pm 0,4$ ile Doğu Anadolu Bölgesi'nden toplanan arı polenlerinde, en düşük $1,7\pm 0,4$ ile Ege Bölgesi'nde, Marmara Bölgesi'nde ise $1,9\pm 0,6$ olarak tespit edilmiştir. Kullandığımız arı polenin kül (%) değeri, Ege Bölgesi'nden temin edilen polenlerin analiz sonuçları ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada toplam fenolik madde miktarı 7,60 mg GAE/g kuru polen olarak hesaplanmıştır. Kanar (2017) tarafından yapılan çalışmada, arı polenlerinin toplam fenolik madde miktarları 8.810–14.418 mg GAE/g kuru polen aralığında, Aydın (2016) tarafından yapılan çalışmada 8.441 ± 0.247 mg fenolik madde/g kuru polen olarak tespit edilmiştir. Mayda (2019) tarafından yapılan çalışmada ise, arı polenlerinin toplam fenolik madde miktarları en yüksek $43,42\pm 7,83$ mg GAE/g ile Rize Çamlıhemşin'den temin edilen örnekte, en düşük ise $8,26\pm 0,37$ mg GAE/g ile Bursa Cumalıkızık'dan temin edilen örnekte tespit edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan arı polenin toplam fenolik madde miktarı, yapılan diğer çalışmaların sonuçları ile karşılaştırıldığında, literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Çalışmada kullanılan arı polenin antioksidan aktivite değeri $20,12$ TEAC_{DPPH} (μ M Trolox eşdeğer (TE)/g), EC₅₀ değeri ise 6,50 mg/mL olarak tespit edilmiştir. Aydın (2016) yapmış olduğu çalışmasında DPPH değerini 4.319 ± 0.042 mg TEAC/mL, Mayda (2019) arı polenlerinin DPPH değerini, en yüksek $3,85\pm 0,63$ mg TEAC/g ile Rize Çamlıhemşin'den temin edilen örnekte, en düşük ise $1,29\pm 1,13$ mg TEAC/g ile Kırklareli Çağlayık'dan temin edilen örnekte tespit edilmiştir. Kanar (2017) ise antioksidan aktivite değerini en yüksek $10,292 \pm 0,088$ mg TEAC/g kuru polen ile taze arı poleni örneğinde, en düşük ise $2,636 \pm 0,058$ mg TEAC/g kuru polen ile 50 °C'de 100 mbar basınç altında vakum etüvle kurutulmuş arı polenlerinde tespit edilmiştir. Üretimde kullanılan arı polenlerinin antioksidan aktivite değeri, diğer sonuçlar ile karşılaştırıldığında literatür ile uyum göstermektedir.

Üretimde kullanılan arı polenine ait L, a, b renk değerleri sırasıyla 58,04, 16,23, 56,83 olarak tespit edilmiştir.

Yapılmış olan diğer çalışmaların verilerine de bakıldığında, arı polenin elde edilmiş olduğu kaynak, temin edilen bölgenin bitki çeşitliliği, mevsimsel etki, ekstraksiyon yöntemi gibi pek çok faktörün etkili olduğu belirlenmiştir (Freire vd., 2012).

4.2. Dondurma Miksine Yapılan Analiz Sonuçları

4.2.1. pH Analizi

Arı poleni ilaveli dondurma mikslerinin pH değerleri incelendiğinde, en yüksek pH değeri $6,05 \pm 0,03$ ile kontrol grubunda gözlenmiştir. Çizelge 4.2'ye göre arı poleni ilavesiyle dondurma mikslerinin pH değerleri arasında önemli fark bulunmuştur ($P < 0,05$).

Çizelge 4.2. Arı poleni ilaveli dondurma mikslerinin pH değerleri

pH Miks (n=3)	
Numune	Ortalama
K	$6,05 \pm 0,03a$
P1	$5,84 \pm 0,03b$
P2	$5,71 \pm 0,01c$
P3	$5,62 \pm 0,03cd$
P4	$5,54 \pm 0,04de$
P5	$5,45 \pm 0,02e$

Değerler ortalama \pm standart hata olarak verilmiştir.

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak önemli ($P < 0,05$) fark bulunmaktadır. (K: Kontrol Grubu, P1: %0,5 Arı Poleni, P2: %1 Arı Poleni, P3: %1,5 Arı Poleni, P4: %2 Arı Poleni, P5: %2,5 Arı Poleni İlaveli Dondurma Miksleri)

Mehmetoğlu (2019) tarafından yapılan bir çalışmada propolis katkılı dondurmanın formülasyonunda farklı oranlar da propolis kullanılmıştır. Propolis katkılı dondurma mikslerinin pH değerlerinde istatistiksel anlamda fark görülmemiştir ve kontrol grubunun pH değeri $6,45 \pm 0,02$ 'dir.

Yapılan diğer çalışmada, maraş usulü dondurma üretiminde bazı yabancı orkide türlerinden elde edilen saleplerin kullanım olanakları araştırılmıştır. Üretimde kullanılan saleplerin pH değerleri 5,82 ile 6,47 olarak saptanmıştır. Salep ilaveli dondurma mikslерinin pH değerleri ise 6,54 ile 6,58 aralığında değişmektedir (Türkmen, 2019).

Üretimde kullandığımız arı polenin pH değeri 3,61 olan pH değeri ve formülasyonda bulunan salep içeriği, dondurma mikslерinin pH değerinde düşüşe neden olmaktadır.

4.2.2. Renk Analizi

Dondurma miksi örnekleri incelendiğinde, L değeri en yüksek kontrol grubunda gözlenmiştir. Formülasyondaki arı poleni oranı arttıkça L değerinin azaldığı tespit edilmiştir. a değerinin, kontrol grubuna kıyasla arı poleni ilaveli örneklerde arttığı görülmüştür. b değeri en yüksek kontrol grubunda gözlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla b değeri arı poleni ilaveli dondurma örneklerinde azaldığı görülmüştür. Çizelge 4.3'e göre dondurma mikslерine arı poleni ilavesi ile L, a, b değerleri önemli düzeyde etkilenmiştir ($P < 0,05$).

Çizelge 4.3. Arı poleni ilaveli dondurma mikslерinin renk değerleri

Dondurma Miksi Renk Değerleri (n=3)			
Numune	L	a	b
K	19,70±0,21a	6,83±0,07b	29,77±0,22a
P1	14,05±0,65b	14,05±0,77a	23,873±1,07b
P2	11,53±0,95bc	15,42±0,77a	19,58±1,62bc
P3	9,46±1,14cd	15,46±0,47a	16,06±1,96cd
P4	8,36±0,62d	15,78±0,35a	14,16±1,07d
P5	6,70±1,25d	14,71±0,78a	11,34±2,14d

Değerler ortalama ± standart hata olarak verilmiştir.

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak önemli ($P < 0,05$) fark bulunmaktadır. (K: Kontrol Grubu, P1: %0,5 Arı Poleni, P2: %1 Arı Poleni, P3: %1,5 Arı Poleni, P4: %2 Arı Poleni, P5: %2,5 Arı Poleni İlaveli Dondurma Miksleri)

Üretimde kullandığımız arı polenine ait renk değerleri L, a, b sırasıyla 58,04, 16,23, 56,83 olarak tespit edilmiştir. L ve b değerlerinde yükseliş beklenmesine rağmen düşüş görülmüştür. Hazırlanan dondurma miksleri, olgunlaşma için 4 °C'de 24 saat bekletilmiştir.

Bu süre sonunda mikslerde çökelme olduğu gözlemlenmiştir. Analiz öncesi karıştırılsa da, miks için homojen dağılım olmadığı analiz sonucu ile görülmüştür.

Ersöz (2012) pirinç sütü ile düşük kalorili dondurma üretimi üzerine çalışmalar yapmıştır. Pirinç sütü ile sade, kakao ve limon aromalı dondurma üretimi gerçekleştirilmiştir. Pirinç sütü ile elde edilen sade dondurma miksi L, a ve b değerleri sırasıyla 50,27, -2,30 ve -2,86 olarak bulunmuştur. Kakaolu dondurma üretiminde %2, %4, %6 oranlarında kakao kullanılmıştır. Sırasıyla mikslerin L değerleri 22,62, 14,67 ve 8,67, a değerleri 10,22, 11,18 ve 12,20, b değerleri ise 16,13, 13,24 ve 10,54 olarak belirtilmiştir. Limonlu dondurma üretiminde %5, %10, %15 oranlarında limon aroması kullanılmıştır. Sırası ile mikslerin L değerleri 49,07, 37,89 ve 51,32, a değerleri -2,38, -1,76, -2,40 ve b değerleri ise -2,20, 0,28, -1,07 olarak bulunmuştur.

4.2.3. Dondurma Mikslerinin Reolojik Özellikleri

Arı poleni ilaveli dondurma mikslerinin, Ostwald de Waele model parametre değerleri Çizelge 4.4'te verilmiştir. Arı poleni ilaveli dondurma mikslerinin, Ostwald de Waele model parametre değerleri; K, η , R^2 sırasıyla kıvam katsayısı ($\text{Pa}\cdot\text{s}^n$), akış davranış indeksi ve determinasyon katsayısıdır.

Çizelge 4.4. Arı poleni ilaveli dondurma mikslerinin Ostwald de Waele Parametre değerleri

Ostwald de Waele Parametreleri (n=3)			
Numune	K ($\text{Pa}\cdot\text{s}^n$)	η	R^2
K	1,940±0,496a	0,713±0,036a	0,998
P1	1,790±0,417a	0,722±0,028a	0,998
P2	1,756±0,658a	0,734±0,050a	0,999
P3	2,129±0,618a	0,696±0,040a	0,998
P4	1,641±0,503a	0,729±0,035a	0,999
P5	1,707±0,374a	0,717±0,020a	0,999

Değerler ortalama \pm standart hata olarak verilmiştir.

Aynı sütünde farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak önemli ($P>0,05$) fark bulunmamaktadır. (K: Kontrol Grubu, P1: %0,5 Arı Poleni, P2: %1 Arı Poleni, P3: %1,5 Arı Poleni, P4: %2 Arı Poleni, P5: %2,5 Arı Poleni İlaveli Dondurma Miksleri)

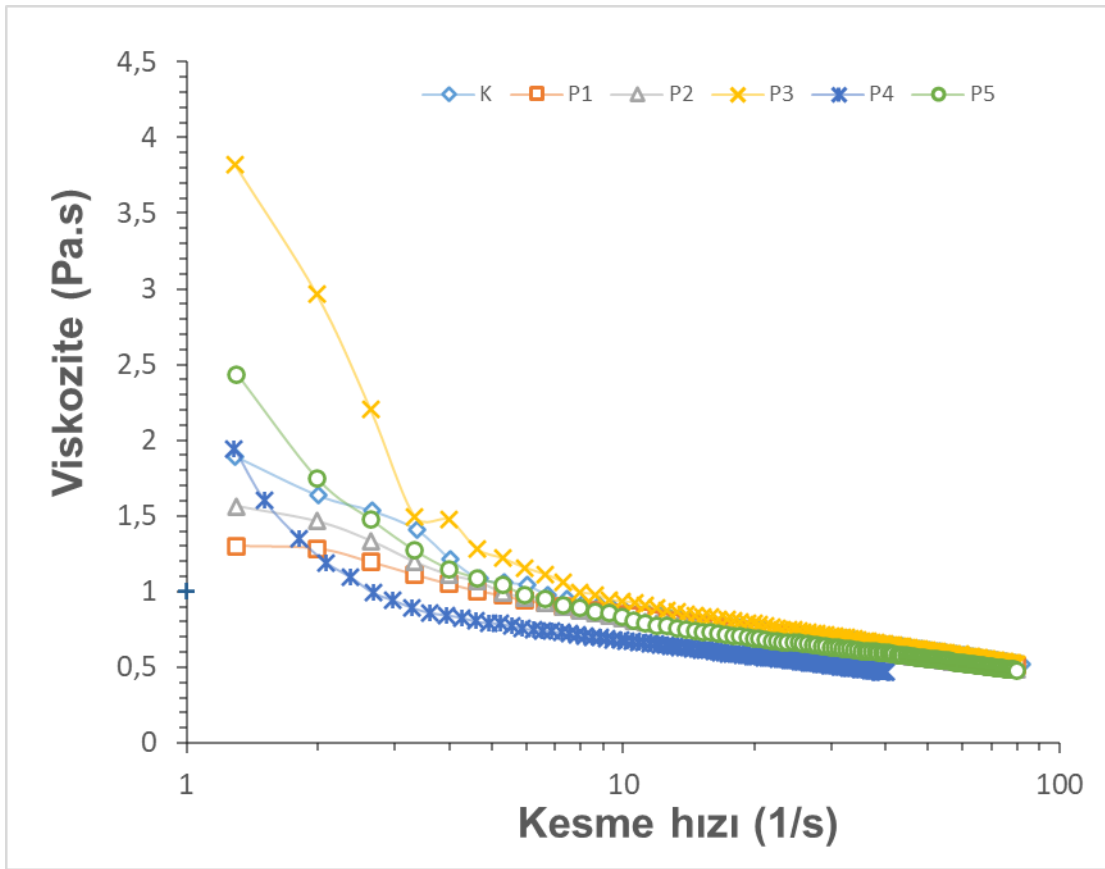
Arı poleni ilaveli dondurma mikslerinin, Ostwald de Waele model parametre değerlerinde istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır ($P>0,05$). Fakat K değeri en yüksek $2,129\pm 0,618$ ile P3 dondurma grubunda görülmektedir. Arı poleni ilaveli dondurma mikslerinin görünür viskoziteleri, kesme hızı ile ters orantılıdır. Kesme hızı arttıkça görünür viskozite azalmaktadır. Arı poleni ilavesi P1 ve P2 dondurma miksi gruplarının kıvamına katkıda bulunmuştur. Dondurma mikslerinin η (akış davranış indeksi) değerleri 1'den küçük olduğundan, kesme inceltme (shear thinning) akış davranışı göstermektedir. Dondurma mikslerinin R^2 değerleri (determinasyon katsayısı) 0,998 ile 0,999 aralığında değişmektedir. Ostwald de Waele modeli ile dondurma mikslerinin akış davranışı, başarılı olarak ifade edilmektedir.

Yapılan bir çalışmada, farklı salep içeriğine sahip dondurma mikslerinin reolojik davranışı ve zamana bağlı karakterizasyonu incelenmiştir. %0,5, %1 ve %1,5 salep konsantrasyonuna sahip dondurma mikslerinde, salepin reolojik özelliklerine etkisi kontrollü bir stres reometresi kullanılarak saptanmıştır. Kararlı akış özelliği için, dondurma miksleri 1 saat 100 s boyunca parçalama işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlem, tiksotropik yapıyı parçalamak için uygulanmıştır. Ostwald de Waele modeli, yüksek R^2 (0,997-0,999) değerleriyle tamamen tahrip edilmiş dondurma mikslerinin akış davranışını tanımlamakta olduğu tespit edilmiştir. Herhangi bir kesme hızında görünen viskozite değerlerinin artan sıcaklıkla azaldığı belirlenmiştir. %1 salep içeren dondurma miksinde K (kıvam katsayısı) değeri 5 °C'de 11,42 iken 50 °C'de 2,61 olarak saptanmıştır. Salep içeriğinin artmasıyla, görünür viskozitede artış saptanmıştır. 5 °C'de %0,5 salep içeren dondurma miksinde K değeri 1,22, %1 salep içeren dondurma miksinde 11,42, %1,5 salep içeren dondurma miksinde 21,17 olarak saptanmıştır. 5 °C'de η (akış davranış indeksi) değerleri %0,5, %1 ve %1,5 salep içeren dondurma mikslerinde sırasıyla 0,63, 0,41 ve 0,37 olarak saptanmıştır. 50 °C'de η değerleri %0,5, %1 ve %1,5 salep içeren dondurma mikslerinde sırasıyla 0,76, 0,54, 0,49 olarak saptanmıştır. Dondurma mikslerinde kesme inceltme (shear thinning) akış davranışı tespit edilmiştir (Kuş vd., 2005).

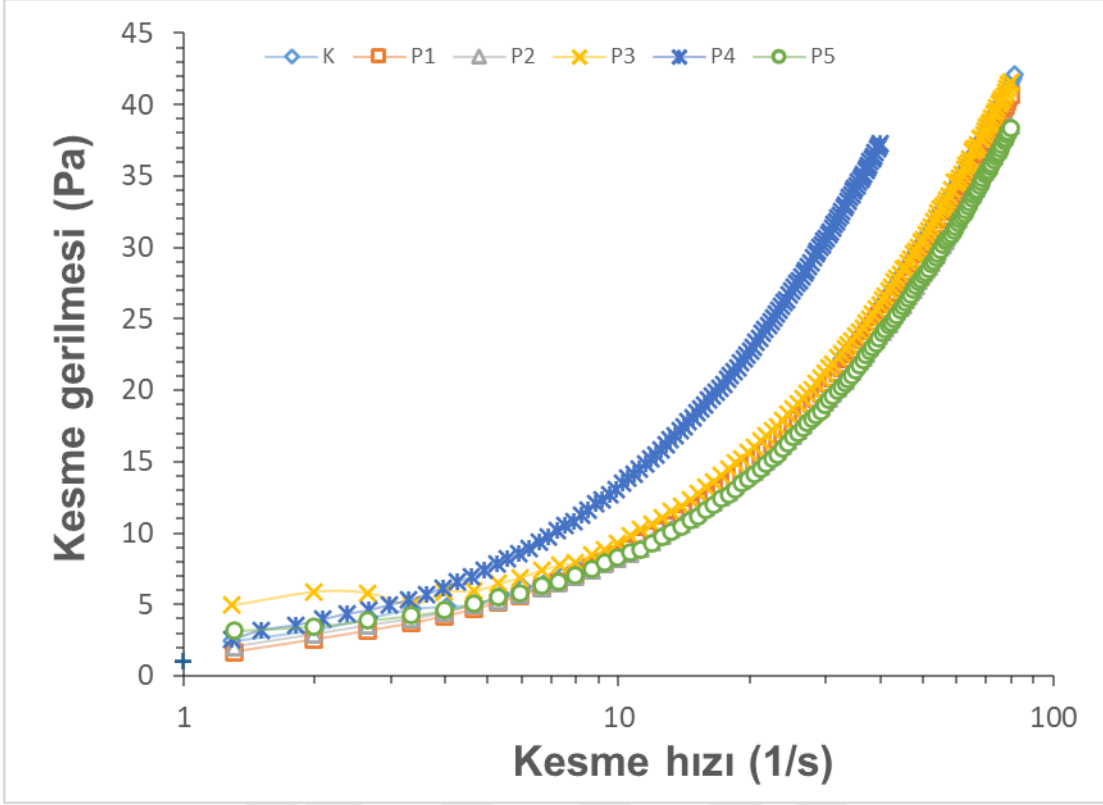
Yapılan diğer çalışmada, laktik asit bakterilerinin ürettiği ekzopolisakkarit (EPS)'in bazı gıdaların reolojik, tekstürel ve mikroyapısal özelliklerine etkisi incelenmiştir. Çalışmalarının bir bölümünde, Suş 1 (*S.thermophilus* 1), suş 2 (*S.thermophilus* 2), kontrol suşu (*S.thermophilus* 3), suş 4 (suş 1 + suş 2) kullanılarak üretimi gerçekleştirilen dondurmaların mikslerine reolojik analizler yapılmıştır. Üretimi gerçekleştirilen

dondurmaldan en kıvamlı yapı, suş 4 (suş 1 + suş 2) kullanılarak üretilen dondurmada sağlanmıştır. Ostwald de Waele modeliyle R^2 değeri 0.7180 ile 0.9578 aralığındadır. K (kıvam katsayısı) değeri 0.2343-24.0730 aralığında değişmektedir. η (akış davranış indeksi) değeri 0.2453-0.7906 aralığında saptanmıştır. η değerleri 1'den küçük olduğundan, kesme inceltme (shear thinning) akış davranışı göstermektedir. İnkübasyon sıcaklığı ve süresinin artmasıyla K değeri nin arttığı belirlenmiştir (Yılmaz vd., 2014).

Arı poleni ilaveli dondurma mikslерinin çıkış ve iniş akış eğrilerinin altındaki alanlar 387,33-404,26 aralığında belirlenmiştir. En yüksek alan 404,26 ile P5 grubu dondurmada gözlenmiştir.



Şekil 4.1. Arı poleni ilaveli dondurma mikslерinin viskozite değerleri



Şekil 4.2. Arı poleni ilaveli dondurma mikslarının akış davranış değerleri

Kuş vd. (2005) tarafından yapılan çalışmada, %0,5, %1 ve %1,5 salep konsantrasyonuna sahip dondurma mikslarında, farklı sıcaklıklarda (5-50 °C aralığında) ileri ve geri kayma hızları belirlenmiştir. İleri ve geri kayma hızları arasındaki farkın histeresiz alanın varlığını ve dondurma mikslarının tiksotropik davranış gösterdiği belirlenmiştir. Artan salep oranı ile tiksotropik etkinin arttığı belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak, salep bileşenleri (glucomannan) ile süt proteinleri arasında meydana gelen fiziksel etkileşim olduğu saptanmıştır.

Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'deki grafiklerde arı poleni ilaveli dondurma mikslarına ait viskozite değerleri ve akış davranış değerleri grafiği verilmiştir. Dondurma mikslarına uygulanan kesme hızı arttıkça, viskozite değerlerinde azalma görülmektedir. Mikslere uygulanan kesme hızı arttıkça ise kesme gerilmesinde artış görülmektedir. Tiksotropik davranışın incelendiği akış eğresinin, ilk olarak uygulanan artan (çıkış) kayma hızı ile ikinci olarak uygulanan düşen (iniş) kayma hızı uygulamasının alanları aynı çıkmıştır. İniş ve çıkış kayma alanlarının arasındaki fark olarak tanımlanan histeresiz çemberine sahip olmadığı belirlenmiştir. Böylece tiksotropik davranışın sergilenmediği anlaşılmıştır. η değerleri ise 1'den küçük olduğundan, kesme inceltme (shear thinning) akış davranışı göstermektedir.

Arı poleni ilaveli dondurma üretmek için oluşturulan formülasyonda, belirlenen salep miktarının genel karışım içerisinde yetersiz kaldığı ve bu nedenle dondurma mikslерinin tiksotropik davranış göstermediğı tespit edilmiştir.

4.2.4. Yağ Analizi

Yapılan analiz sonuçlarına göre, kontrol grubu dondurma miksinin yağ oranı %2,18, üretimde kullanılan kremanın yağ oranı %2 olarak belirlenmiştir.

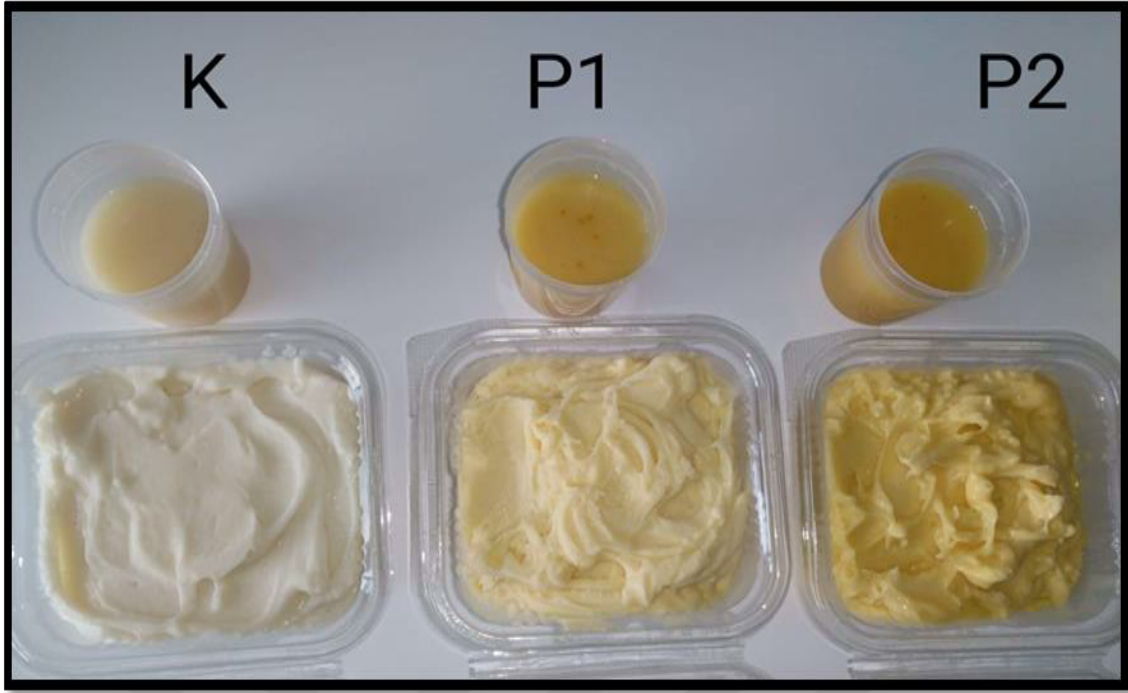
Meyve lifleri kullanılarak üretimi gerçekleştirilen dondurmaların kalitesi ve besin değerlerinin incelendiğı bir çalışmada balkabağı, elma ve portakal lifleri kullanılmıştır. Yağ oranı en düşük, %3 bal kabağı lifi içeren dondurmada %5,70±0,08 olarak, en yüksek ise %5,87±0,09 ile kontrol grubunda belirlenmiştir (Gürpınar, 2019).

Yapılan diğеr çalışmada %5, %10, %15 oranlarında yaban mersini ilaveli dondurma üretimi gerçekleştirmişlerdir. Yağ oranı en düşük, %15 yaban mersini içeren dondurma grubunda %0,93±0,01 olarak, en yüksek %1,42±0,00 ile kontrol grubu dondurmada saptanmıştır (Sayar, 2020).

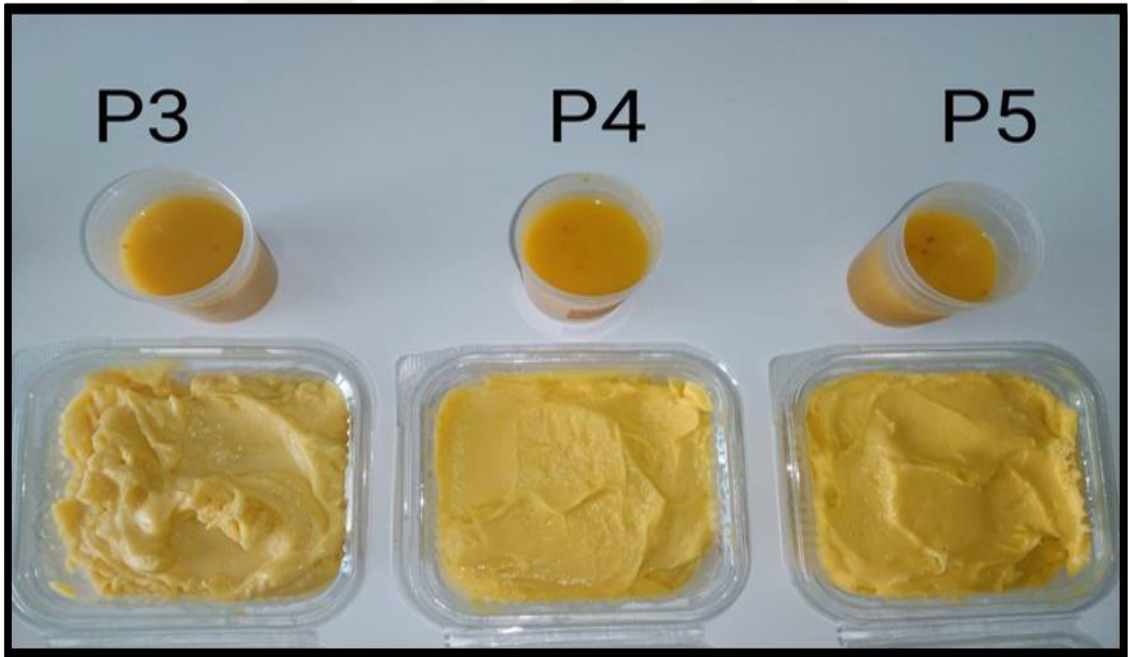
Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, farklı dondurma formülasyonları nedeniyle kontrol grubu için % yağ değerleri farklı çıkmıştır.

4.3. Dondurmaya Yapılan Analiz Sonuçları

Şekil 4.3'de ve Şekil 4.4'te üretimi gerçekleştirilen dondurma miksleri ve arı poleni ilaveli dondurmalara ait görseller verilmiştir.



Şekil 4.3. Dondurma miksleri ve üretilen dondurma örnekleri (K, P1 ve P2)



Şekil 4.4. Dondurma miksleri ve üretilen dondurma örnekleri (P3, P4 ve P5)

4.3.1. pH Analizi

Dondurma örnekleri incelendiğinde pH değeri $5,96 \pm 0,03$ ile en yüksek kontrol grubunda gözlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla pH değeri arı poleni ilaveli dondurma

örneklerinde azaldığı görülmüştür. Çizelge 4.5'e göre dondurma örneklerine arı poleni ilavesi, pH değerlerinde önemli fark oluşturmuştur ($P<0,05$).

Çizelge 4.5. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin pH değerleri

pH Dondurma (n=3)	
Numune	Ortalama
K	5,96±0,03a
P1	5,68±0,01b
P2	5,56±0,02c
P3	5,40±0,01d
P4	5,25±0,03e
P5	5,21±0,02e

Değerler ortalama ± standart hata olarak verilmiştir.

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak önemli ($P<0,05$) fark bulunmaktadır. (K: Kontrol Grubu, P1: %0,5 Arı Poleni, P2: %1 Arı Poleni, P3: %1,5 Arı Poleni, P4: %2 Arı Poleni, P5: %2,5 Arı Poleni İlaveli Dondurma)

Yapılan bir çalışmada, 1 gün depolanan dondurma örneklerinde pH değeri $6.82±0.02$ ile en yüksek muzlu dondurmada, en düşük pH değeri $4.70±0.01$ ile kivili dondurmada tespit edilmiştir. 60 gün depolanan örneklerde, en yüksek pH değeri $6.89±0.05$ ile sade dondurmada, en düşük pH değeri $4.70±0.01$ ile kivili dondurmada tespit edilmiştir (Durak, 2019).

Süt tozuna ikame olarak bezelye protein izolatu ilaveli dondurma üretimiyle yapılan bir çalışmada, pH değeri en düşük $6.57±0.010$ ile kontrol grubunda gözlenirken, en yüksek pH değeri $7.00±0.045$ ile % 100 protein izolatu içeren dondurmada gözlenmiştir (Avkan, 2020).

Maden (2020) tarafında yapılan çalışmada, pH değeri en düşük 5.07 ile stevalı greyfurlu dondurma grubunda, en yüksek pH değeri 6.41 ile stevalı sade dondurma grubunda belirlenmiştir.

pH değerindeki düşüşü, formülasyonda bulunan salep içeriği, üretimde kullanılan arı poleni miktarı ve arı polenin düşük pH değeri (3,61) etkilemektedir.

4.3.2. Kuru Madde ve Kül Analizi

Dondurma örnekleri incelendiğinde kuru madde değeri $39,5 \pm 2,25$ ile en yüksek P5 grubunda gözlenmiştir. Çizelge 4.6'ya göre arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin kuru madde değerlerinde istatistiki açıdan önemli fark bulunmamıştır ($P > 0,05$).

Çizelge 4.6. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin kuru madde değerleri

Kuru Madde (%) (n=3)	
Numune	Ortalama
K	$37,83 \pm 0,16a$
P1	$38 \pm 0,28a$
P2	$36,83 \pm 0,6a$
P3	$38,3 \pm 1,01a$
P4	$38,3 \pm 0,6a$
P5	$39,5 \pm 2,25a$

Değerler ortalama \pm standart hata olarak verilmiştir.

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak önemli ($P > 0,05$) fark bulunmamaktadır. (K: Kontrol Grubu, P1: %0,5 Arı Poleni, P2: %1 Arı Poleni, P3: %1,5 Arı Poleni, P4: %2 Arı Poleni, P5: %2,5 Arı Poleni İlaveli Dondurma)

Türk Gıda Kodeksi Dondurma Tebliği'nde belirtilen ürün grupları için belirlenen kuru madde oranları sınır değerlerine (%31-40) uygundur (Anonim, 2004).

Yapılan diğer bir çalışmada, böğürtlenli, frambuazlı, kivili, muzlu, vişneli ve sade dondurma üretimi yapılmıştır. % Kuru madde oranı en yüksek $39,08 \pm 0,42$ ile böğürtlen ilaveli dondurmada, en düşük ise $36,69 \pm 0,33$ ile sade üretilen dondurmada tespit edilmiştir. Meyve ilaveli dondurmaların kuru madde oranları farkı istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirtilmiştir (Durak, 2019).

Kırmızı pancarın dondurma üretiminde kullanım imkânları üzerine yaptığı bir çalışmada, % kuru madde oranı en yüksek 33,79 ile kırmızı pancar ilavesiz, %15 şeker ilaveli kontrol örneğinde, en düşük ise 22,06 ile %10 şeker + %15 kırmızı pancar içeren P2 grubu dondurmada belirlemiştir (Hacıbektaşoğlu, 2019).

Stevia ile tatlandırılmış meyveli dondurma üretimi üzerine yaptığı araştırmada, % kuru madde oranı en yüksek 34,32 ile sükrözlü greyfurtlu dondurmada, en düşük ise 29,42 ile stevialı greyfurtlu dondurma örneğinde belirlenmiştir (Maden, 2020).

Dondurma örneklerinin kül değerleri $0,47\pm 0,007$ ile $0,50\pm 0,02$ aralığında değişmektedir. Çizelge 4.7'ye göre arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin kül değerlerini önemli düzeyde etkilememiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.7. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin kül değerleri

Kül (%) (n=3)	
Numune	Ortalama
K	$0,49\pm 0,004a$
P1	$0,50\pm 0,02a$
P2	$0,49\pm 0,003a$
P3	$0,49\pm 0,0007a$
P4	$0,47\pm 0,007a$
P5	$0,48\pm 0,004a$

Değerler ortalama \pm standart hata olarak verilmiştir.

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak önemli ($P>0,05$) fark bulunmamaktadır. (K: Kontrol Grubu, P1: %0,5 Arı Poleni, P2: %1 Arı Poleni, P3: %1,5 Arı Poleni, P4: %2 Arı Poleni, P5: %2,5 Arı Poleni İlaveli Dondurma)

Hacıbektaşoğlu (2019) tarafında yapılan çalışmada, kül miktarı en yüksek %0,95 ile P1 (%5 şeker + %15 kırmızı pancar) grubu, en düşük %0,82 ile P3 (%15 şeker + %15 kırmızı pancar) grubu dondurmada belirlenmiştir.

Maden (2020) tarafında yapılan çalışmada, kül miktarı en yüksek %1,64 ile stevialı sade dondurma grubunda, en düşük %0,66 ile stevialı portakallı dondurma örneğinde belirlenmiştir.

Dondurma üretiminde farklı oranlarda arı poleni kullanılmış olmasına rağmen, tamamen yanma işlemi gerçekleşemediği için, bu oranlar birbirine yakın çıkmıştır ve ortalamalar arasında farklılık düşük görülmüştür.

4.3.3. Renk Analizi

Çizelge 4.8'e göre arı poleni ilaveli dondurma mikslерinin L, a ve b değeri değeri verilmiştir. Üretimi gerçekleştirilen dondurma örneklerine %0,5, %1, %1,5, %2, %2,5 oranlarında arı poleni ilave edilmiştir. Polen ilavesi ile beyazdan sarıya olan renk değişimini, renk analizi değeri ile de net bir şekilde görmekteyiz.

Çizelge 4.8. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin renk değeri

Dondurma Örneği Renk Değeri (n=3)			
Numune	L	a	b
K	80,973±0,12a	-,553±,038e	11,923±0,18f
P1	71,693±1,35b	3,94±0,22d	26,353±1,13e
P2	71,453±0,75b	5,71±0,27c	39,95±0,81d
P3	70,52±0,9b	6,82±0,26bc	43,81±0,84c
P4	70,14±0,53bc	7,64±0,96b	47,18±0,41b
P5	67,80±0,45c	10,9±0,06a	50,273±0,38a

Değeri ortalama ± standart hata olarak verilmiştir.

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değeri arasında istatistiki olarak önemli (P<0,05) fark bulunmaktadır. (K: Kontrol Grubu, P1: %0,5 Arı Polenі, P2: %1 Arı Polenі, P3: %1,5 Arı Polenі, P4: %2 Arı Polenі, P5: %2,5 Arı Polenі İlaveli Dondurma)

Çizelge 4.8'e göre arı poleni ilaveli dondurma mikslерinin L değeri arasında istatistiki açıdan önemli düzeyde fark bulunmuştur (P<0,05). Dondurma örnekleri incelendiğinde L değeri en yüksek kontrol grubunda gözlenmiştir. Üretimde kullandığımız arı polenin L değeri 58,04 olarak belirlenmiştir. Bu nedenle, artan polen miktarına bağlı olarak, kontrol grubuna kıyasla L değeri arı poleni ilaveli dondurma örneklerinde azaldığı görülmüştür.

Avkan (2020) tarafından süt tozuna ikame olarak bezelye protein izolatu ilaveli dondurma üretimiyle yapılan bir çalışmada, en yüksek L değeri 82,41±0,16 olarak tamamen süt tozu ile üretilen kontrol örneğinde tespit edilmiştir. Tamamı bezelye protein izolatu kullanılarak üretilen dondurma örneklerinde L değeri 68,00±0,785 ile E grubunda en düşük çıkmıştır.

Yapılan bir çalışmada, en yüksek L değeri 87,60 ile kontrol (%15 şeker + kırmızı pancar ilavesiz) grubunda, en düşük L değeri 49,56 ile P3 (%15 şeker + %15 kırmızı pancar) grubu dondurmada saptanmıştır (Hacıbektaşoğlu, 2019).

Üretimde kullandığımız arı polenin a değeri 16,23 olarak tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak, dondurma örnekleri incelendiğinde a değeri, kontrol grubuna kıyasla arı poleni ilaveli örneklerde arttığı görülmüştür. Çizelge 4.8'e göre arı poleni ilaveli dondurma mikslерinin a değerleri istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur ($P<0,05$).

Avkan (2020) tarafından yapılan çalışmada, a renk değeri en yüksek 3.70 ± 0.16 ile %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren F grubu dondurma belirlenmiştir. En düşük a değeri 0.27 ± 0.02 ile %12 bezelye protein izolatı içeren C grubu dondurmada belirlenmiştir.

Yapılan bir diğer çalışmada, en yüksek a değeri 28,01 ile P3 (%15 şeker + %15 kırmızı pancar) grubunda, en düşük a değeri -2,35 ile kontrol (%15 şeker + kırmızı pancar ilavesiz) grubu dondurmada belirlenmiştir (Hacıbektaşoğlu, 2019).

Dondurma örnekleri incelendiğinde b değeri en yüksek $50,273\pm 0,38$ ile P5 grubunda gözlenmiştir. Çizelge 4.8'e göre arı poleni ilavesi, dondurma mikslерinin b değerlerini önemli düzeyde etkilemiştir ($P<0,05$). Üretimde kullandığımız arı polenin b değeri 56,83 olarak tespit edilmiştir. Polen, karotenoidler bakımından oldukça zengin bir gıdadır ve %1-20 aralığında β -karoten içermektedir (Campos vd., 2008; Bogdanov vd., 2014). Bu nedenle, kontrol grubuna kıyasla b değerinin arı poleni ilaveli dondurma örneklerinde arttığı görülmüştür.

Yapılan bir çalışmada, b renk değeri en yüksek $18,71\pm 0,085$ ile %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren F grubu dondurma belirlenmiştir. En düşük b değeri ise $10,84\pm 0,13$ ile kontrol grubu dondurmada belirlenmiştir (Avkan, 2020).

Hacıbektaşoğlu (2019) tarafında yapılan çalışmada, b renk değeri en yüksek 14,13 ile P1 (%5 şeker+%15 kırmızı pancar) grubunda, en düşük 7,81 ile kontrol (%15 şeker+kırmızı pancar ilavesiz) grubu dondurmada belirlenmiştir.

4.3.4. Tekstür Analizi

Tekstür analizinde, üretimi gerçekleştirilen arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin sertlik ve work of penetration değerleri ölçülmüştür.

4.3.4.1. Sertlik

Çizelge 4.9'a göre 1 gün, 90 gün ve 180 gün depolanmış örneklere ait sonuçlar verilmiştir. 1.gün ve 180.gün sertlik değerleri 23,242±1,71 (P3) ile 6,157±2,01 (P4) aralığında değişmektedir. 90.gün sertlik değeri 22,06±2,80 (P2) ile 13,07±0,46 (P5) aralığında değişmektedir.

Çizelge 4.9. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin sertlik değerleri

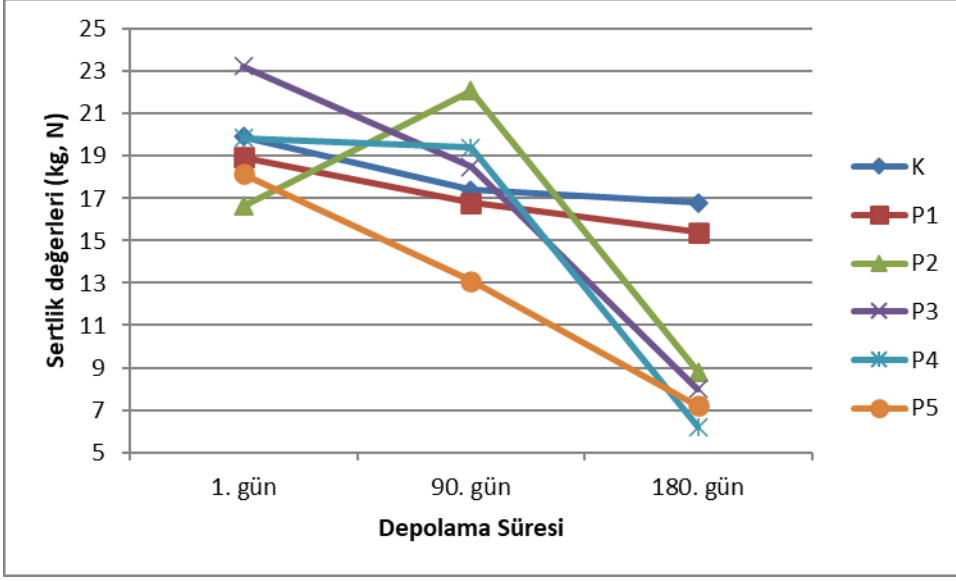
Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin sertlik değerleri (kg, N) (n=2)			
Numune	1.gün	90. gün	180. gün
K	19,91±2,94a	17,36±3,22ab	16,774±4,49a
P1	18,93±2,08a	16,78±2,05ab	15,374±5,20a
P2	16,65±2,00a	22,06±2,80ab	8,677±1,21a
P3	23,242±1,71a	18,45±1,42a	8,048±1,64a
P4	19,85±0,90a	19,39±0,28ab	6,157±2,01a
P5	18,15±0,49a	13,07±0,46b	7,160±0,57a

Değerler ortalama ± standart hata olarak verilmiştir.

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak önemli ($P<0,05$) fark bulunmaktadır. (K: Kontrol Grubu, P1: %0,5 Arı Poleni, P2: %1 Arı Poleni, P3: %1,5 Arı Poleni, P4: %2 Arı Poleni, P5: %2,5 Arı Poleni İlaveli Dondurma)

1 gün ve 180 gün depolanan arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin sertlik değerlerinde önemli fark bulunmamıştır ($P>0,05$). 90 gün depolanan dondurma örneklerinde önemli ($P<0,05$) fark bulunmaktadır.

Dondurma örnekleri genel olarak incelendiğinde sertlik değeri en yüksek 23,242±1,71 ile 1 gün depolanan P3 dondurma grubunda gözlenmiştir. En düşük sertlik değeri 6,157±2,01 ile 180 gün depolanan P4 dondurma grubunda gözlenmiştir.



Şekil 4.5. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin sertlik değerleri

Mehmetoğlu (2019) tarafından yapılan bir çalışmada propolis katkılı dondurma örneklerinde farklı oranlarda propolis ilavesinin, dondurmaların sertlik değerlerini çok fazla etkilemediği gözlenmiştir. Propolis katkılı dondurmalar 3 gün depolandıktan sonra, 30 ve 60 gün depolanan dondurmalarla yapılan tekstür analizlerinde sertlik değerlerinin önemli ölçüde farklı olduğu belirlenmiştir. Dondurmalara 30 ve 60 gün depolamadan sonra yapılan tekstür analizlerinden sertlik değerlerinde meydana gelen değişimin önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Sertlik değeri en yüksek 41.47 ± 0.54 N ile 60 gün depolanan PD1 grubu dondurmada, sertlik değeri en düşük 2.03 ± 0.26 N ile 3 gün depolanan kontrol grubunda gözlenmiştir.

Durak (2019) tarafından yapılan çalışmada, sertlik değeri en yüksek 11.13 ± 6.05 kg ile 60 gün depolanan sade dondurma örneğinde, sertlik değeri en düşük 1.59 ± 1.34 kg ile bir gün depolanmış frambuazlı dondurma örneğinde gözlenmiştir.

Yapılan çalışmalar ile değerlendirildiğinde, formülasyonda kullanılan maddelerle bağlantılı olarak ürünün kuru madde içeriğinin sertliğe etki ettiği tespit edilmiştir. Şekil 4.5'te 1.günde sertlik değeri en yüksek olarak gördüğümüz P3 dondurma grubunun % kuru madde değeri $38,3 \pm 1,01$, sertlik değeri en düşük olarak gördüğümüz P2 dondurma grubunun % kuru madde değeri $36,83 \pm 0,6$ olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada artan arı poleni ilavesinin ve uzun süre depolamanın yapıyı bozarak, sertliği olumsuz etkilediği Şekil 4.5'te de görülmektedir. Elde edilen verilerin, literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.

4.3.4.2. Work of Penetration

Üründe homejenliğin sağlanıp sağlanmadığını anlamak için yapılan bu analizle, dondurma numunelerine pek çok noktadan daldırılan probtan ortak veri alınmasıyla elde edilmektedir. Bu analiz daha çok partikül içeren dondurma numunelerine yapılmaktadır. Arı poleni ilaveli dondurmamızda da tamamen polen dağılımı sağlanmadığı için bu analiz yapılmıştır.

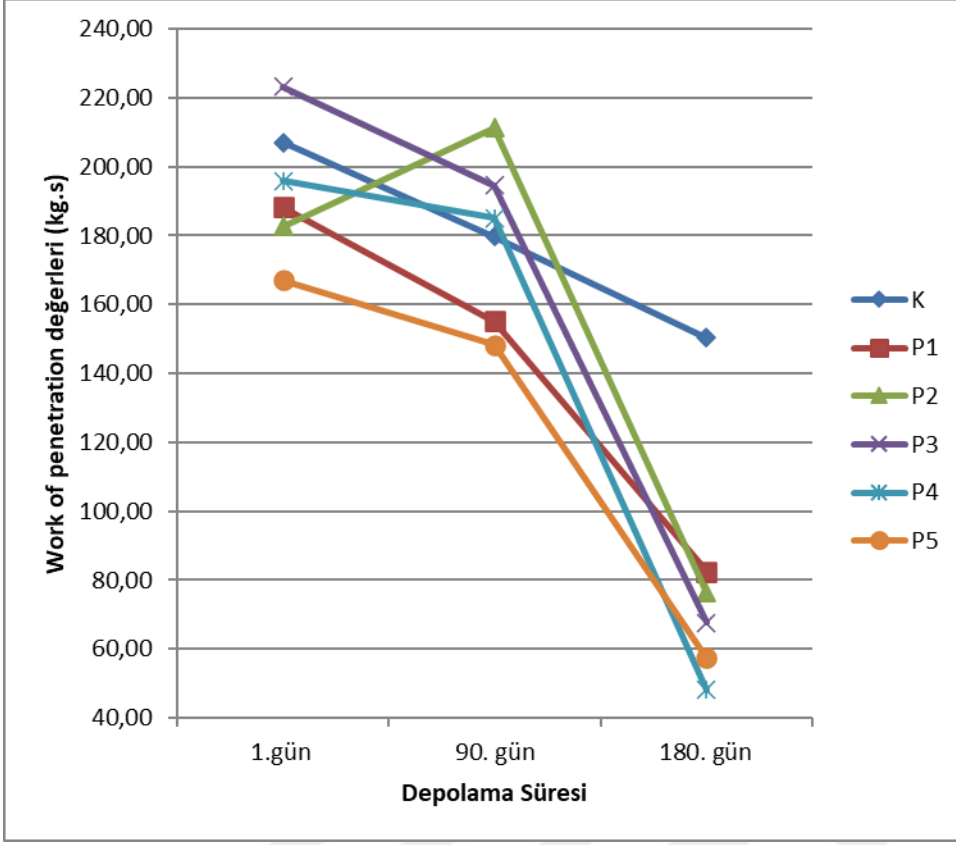
Çizelge 4.10. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin work of penetration değerleri

Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin work of penetration (kg.s) değerleri (n=2)			
Numune	1.gün	90.gün	180.gün
K	207,12±30,02a	179,66±32,08a	150,419±16,33a
P1	188,23±20,32a	155,16±21,07a	109,24±26,80ab
P2	182,74±33,21a	211,26±38,93a	76,28±16,45bc
P3	223,15±2,32a	194,62±1,55a	67,58±3,61bc
P4	195,83±11,14a	185,07±11,39a	48,08±8,76bc
P5	167,11±12,03a	148,32±10,50a	57,28±4,40c

Değerler ortalama ± standart hata olarak verilmiştir.

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak önemli ($P<0,05$) fark bulunmaktadır. (K: Kontrol Grubu, P1: %0,5 Arı Poleni, P2: %1 Arı Poleni, P3: %1,5 Arı Poleni, P4: %2 Arı Poleni, P5: %2,5 Arı Poleni İlaveli Dondurma)

Work of penetration değeri en yüksek 223,15±2,32 ile 1 gün depolanan P3 dondurma grubunda gözlenmiştir. En düşük work of penetration değeri 48,08±8,76 ile 6 ay depolanan P4 dondurma grubunda gözlenmiştir. Çizelge 4.11'e göre 1 gün ve 90 gün depolanan arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin work of penetration değerlerinde önemli fark bulunmamıştır ($P>0,05$). 180 gün depolanan dondurma örneklerinde önemli düzeyde ($P<0,05$) fark bulunmaktadır.



Şekil 4.6. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin work of penetration değerleri

Şekil 4.6'da ürünler kendi aralarında değerlendirildiğinde, depolamayla birlikte yapının bozularak, homojenliğin olumsuz etkilenmesiyle work of penetration değerlerinde genel olarak bir düşüş görülmektedir.

4.3.5. Hacim Artışı

Çizelge 4.11'de belirtilen dondurma örnekleri incelendiğinde hacim artışı en yüksek $80,55 \pm 6,94$ ile kontrol grubunda gözlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla hacim artışı arı poleni ilaveli dondurma örneklerinde azaldığı görülmüştür. Dondurma örneklerine arı poleni ilavesi, hacim artışında önemli düzeyde fark oluşturmuştur ($P < 0,05$).

Çizelge 4.11. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin % hacim değerleri

Hacim (%) (n=3)	
Numune	Ortalama
K1	80,55±6,94a
P1	72,68±9,29a
P2	57,77±8,88ab
P3	56,38±8,28ab
P4	45,18±5,18bc
P5	30,87±7,59c

Değerler ortalama ± standart hata olarak verilmiştir.

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak önemli ($P<0,05$) fark bulunmaktadır. (K: Kontrol Grubu, P1: %0,5 Arı Poleni, P2: %1 Arı Poleni, P3: %1,5 Arı Poleni, P4: %2 Arı Poleni, P5: %2,5 Arı Poleni İlaveli Dondurma)

Mehmetoğlu (2019) tarafından yapılan bir çalışmada propolis katkılı dondurma örneklerinde en yüksek % hacim artışı 23.67 ± 0.24 olarak 60 gün depolanmış olan PD4 grubu dondurmada görülmüştür. Hacim artışı en düşük 20.83 ± 1.64 ile 3 gün depolanan PD3 grubu dondurmada görülmüştür.

Durak (2019) tarafından yapılan çalışmada, en yüksek % hacim artışı 73.94 ± 6.11 ile sade dondurmada, en düşük hacim artışı 36.81 ± 4.99 ile muzlu dondurmada belirlenmiştir. Örneklerdeki hacim artış oranının meyve ilavesi ile düştüğü saptanmıştır.

Formülasyonda kullanılan arı poleni miktarı arttıkça, dondurmanın yapısını bozduğu ve karışıma daha az hava girmesine neden olduğu saptanmıştır. Yapılan çalışmalar ile değerlendirildiğinde, arı poleni ilaveli dondurmaların % hacim artışı değerlerinin literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.

4.3.6. İlk Damlamadan Tam Erimeye Kadar Geçen Süre Tayini

Çizelge 4.12’de arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin ilk damlama değerleri verilmiştir. Dondurma örnekleri incelendiğinde ilk damlama süresi 2820 ± 208 s ile en yüksek kontrol grubunda gözlenmiştir. Artan arı poleni miktarı ve kuru madde içeriğine bağlı olarak,

K dondurma grubuna kıyasla ilk damlama süresi azalmıştır. İlk damlama süresi 2480 ± 20 s ile en düşük P4 grubu dondurmada gözlemlenmiştir.

Üretimi gerçekleştirilen dondurma örneklerinin ilk damlama sürelerine, arı poleni ilavesinin önemli fark oluşturmadığı belirlenmiştir ($P > 0,05$). Farklı arı poleni konsantrasyonuna sahip grupların ortalamaları birbirine yakındır.

Çizelge 4.12. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin ilk damlama süresi değerleri

İlk Damlama Süresi (s) (n=3)	
Numune	Ortalama
K	$2820 \pm 208a$
P1	$2680 \pm 111a$
P2	$2540 \pm 72a$
P3	$2520 \pm 60a$
P4	$2480 \pm 20a$
P5	$2580 \pm 125a$

Değerler ortalama \pm standart hata olarak verilmiştir.

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak önemli ($P > 0,05$) fark bulunmamaktadır. (K: Kontrol Grubu, P1: %0,5 Arı Poleni, P2: %1 Arı Poleni, P3: %1,5 Arı Poleni, P4: %2 Arı Poleni, P5: %2,5 Arı Poleni İlaveli Dondurma)

Mehmetoğlu (2019) tarafından yapılan bir çalışmada propolis katkılı dondurmalarda, farklı miktarlarda kullanılan propolisin, ilk damlama sürelerine önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür. İlk damlama süresi en düşük 717.5 ± 77.5 s ile 3 gün depolanmış olan PD1 grubu dondurmada, en yüksek ise 1000 ± 20.0 s ile 60 gün depolanan PD4 grubu dondurmada görülmüştür.

Durak (2019) tarafından yapılan çalışmada, ilk damlama süresi en düşük 409 ± 49.5 s ile 60 gün depolanan muzlu dondurmada, en yüksek ise 1395 ± 134.4 s ile 30 gün depolanan kivili dondurmada gözlenmiştir.

Avkan (2020) tarafından yapılan çalışmada, ilk damlama süresi en düşük 560 ± 40 s ile 1 gün depolanan kontrol grubu dondurmada, en yüksek 1575 ± 45 s ile 30 gün depolanan %25 bezelye protein izolatu içeren D grubu dondurmada gözlenmiştir.

Maden (2020) tarafında yapılan çalışmada, ilk damlama süresi en düşük 2.47 dk ile stevialı portakallı dondurmada, en yüksek 84.65 dk ile stevialı sade dondurma grubunda belirlenmiştir.

Dondurma gruplarının belirlenen ilk damlama süreleri, yapılan diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında, Maden (2020) tarafında yapılan çalışmanın sonuçları ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.13'te arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin tamamen erime süresi değerleri verilmiştir. Dondurma örnekleri incelendiğinde tamamen erime süresi en yüksek 6380±981 s ile P3 dondurma grubunda gözlenmiştir. Tamamen erime süresi en düşük 5520±183 s ile P4 grubundaki dondurmada gözlenmiştir. Üretimi gerçekleştirilen dondurma örneklerinin tamamen erime sürelerinde, arı poleni ilavesinin önemli fark oluşturmadığı belirlenmiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.13. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin tamamen erime süresi değerleri

Tamamen Erime Süresi (s) (n=3)	
Numune	Ortalama
K	5940±399a
P1	5800±246a
P2	5540±212a
P3	6380±981a
P4	5520±183a
P5	5760±330a

Değerler ortalama ± standart hata olarak verilmiştir.

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak önemli ($P>0,05$) fark bulunmamaktadır. (K: Kontrol Grubu, P1: %0,5 Arı Poleni, P2: %1 Arı Poleni, P3: %1,5 Arı Poleni, P4: %2 Arı Poleni, P5: %2,5 Arı Poleni İlaveli Dondurma)

Avkan (2020) tarafından yapılan çalışmada, tamamen erime süresi en düşük 3325±25 s ile 1 gün depolanan kontrol grubu dondurmada, en yüksek 6042±31.5 s ile 30 gün depolanan %25 bezelye protein izolatı içeren D grubu dondurmada gözlenmiştir.

Hacıbektaşoğlu (2019) tarafında yapılan çalışmada, tamamen erime sũresi en yũksek 7845.00 s ile P1 (%5 şeker + %15 kırmızı pancar) grubunda, en dũřũk 2700.00 s ile kontrol (%15 şeker + kırmızı pancar ilavesiz) grubu dondurmada saptanmıştır.

Maden (2020) tarafında yapılan çalışmada, tamamen erime sũresi en yũksek 180.37 dk ile stevialı sade dondurma grubunda, en dũřũk 36.12 dk ile sũkrozlu sade dondurma grubunda saptanmıştır.

Tekstũr analiz sonuçlarında, sertlik değeri yũksek çıkan P3 dondurma grubunun, aynı şekilde tamamen erime sũresinin de en yũksek olduğu belirlenmiştir. Őretimini gerçekleştirdiğimiz arı poleni ilaveli dondurma gruplarının tamamen erime sũrelerinin, literatũr ile uyumlu olduğu gũrũlmektedir.

Yapılmış olan çalışmalarda, ilk damlamadan tam erimeye kadar geçen sũre değerlerindeki farklılıkların hazırlanan dondurma formũlasyonlarına ve muhafaza edildiği derin dondurucu sıcaklığına bağlı olabileceği dũřũnũlmektedir.

4.3.7. Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi

Çizelge 4.14'te dondurma örneklerinin toplam fenolik madde miktarı değerleri verilmiştir. rnelere ait toplam fenolik madde değerleri $0,181\pm 0,26$ ile $0,438\pm 0,035$ aralığında tespit edilmiştir. Dondurmaya arı poleni ilavesi, toplam fenolik madde içeriğinde önemli fark oluşturmuştur ($P<0,05$). Dondurma rnekleri incelendiğinde toplam fenolik madde miktarı en yũksek P5 grubunda gözlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla toplam fenolik madde içeriği arı poleni ilaveli dondurma örneklerinde arttığı gũrũlmũřtir.

Çizelge 4.14. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin toplam fenolik madde miktarı

Toplam Fenolik Madde Miktarı mgGAE/g (n=3)	
Numune	Ortalama
K	0,181±0,26d
P1	0,230±0,019cd
P2	0,280±0,062cd
P3	0,318±0,026bc
P4	0,391±0,006ab
P5	0,438±0,035a

Değerler ortalama ± standart hata olarak verilmiştir.

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak önemli ($P<0,05$) fark bulunmaktadır. (K: Kontrol Grubu, P1: %0,5 Arı Polen, P2: %1 Arı Polen, P3: %1,5 Arı Polen, P4: %2 Arı Polen, P5: %2,5 Arı Polen ilaveli Dondurma)

Yapılan bir çalışmada propolis katkılı dondurmanın formülasyonunda farklı oranlar da propolis kullanılmıştır. Propolis katkılı dondurma örneklerinde toplam fenolik madde miktarı propolis konsantrasyonuyla ortaya çıkan farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. En düşük toplam fenolik madde miktarı 60 gün depolanan kontrol grubu dondurmada $0,09\pm 0,03$ mgGAE/g olarak belirtilmiştir. En yüksek toplam fenolik madde miktarı üç gün depolanan PD5 dondurma grubunda $1,19\pm 0,26$ mgGAE/g olarak belirlenmiştir. Tüm değerler incelendiğinde toplam fenolik madde içeriğinin propolis konsantrasyonu ile arttığı görülebilmektedir (Mehmetoğlu, 2019).

Ioannis ve arkadaşları (2018), arı poleni ile zenginleştirilerek ürettikleri inek, keçi ve koyun sütleri ile hazırlanan yoğurt örneklerinde toplam fenolik madde miktarını incelemiştir. Sütler, kontrol ve %0,5, %1, %2,5, %3 (w/v) oranlarında polen ilaveli olarak hazırlanmışlardır. İnek sütüyle hazırlanan yoğurt örneklerinde, kullanılan polen oranlarına göre belirlenen toplam fenolik madde miktarı sırasıyla; $2882,5\pm 1,32$, $4131,5\pm 0,50$, $4935,83\pm 1,04$, $718\pm 1,80$, $7771,5\pm 2,29$ mgGAE/L olarak belirlenmiştir. Keçi sütü ile hazırlanan yoğurt örneklerinde; $2198,3\pm 1,53$, $4107,17\pm 2,0$, $4877,5\pm 0,50$, $7094,33\pm 3,75$, $7490,5\pm 0,50$ mgGAE/L, koyun sütü ile hazırlanan yoğurt örneklerinde; $2900,3\pm 2,25$, $4315,33\pm 0,76$, $5093\pm 0,50$, $7546,2\pm 0,7$, $8780\pm 2,25$ mgGAE/L olarak belirlenmiştir. Toplam fenolik içeriği en yüksek koyun, sırasıyla inek ve keçi yoğurdu olarak belirtilmiştir.

4.3.8. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

Dondurma örneklerinin antioksidan aktivite değerleri Çizelge 4.15'te verilmiştir. Dondurma örnekleri incelendiğinde EC₅₀ değeri en yüksek kontrol grubunda gözlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla EC₅₀ değerinin, arı poleni ilaveli dondurma örneklerinde azaldığı görülürken, TEAC_{DPPH} değerinde artış görülmektedir. Arı poleni ilavesi, dondurma örneklerinin TEAC_{DPPH} (μM Trolox eşdeğer (TE)/g) ve EC₅₀ değerlerinde önemli düzeyde fark oluşturmuştur (P<0,05).

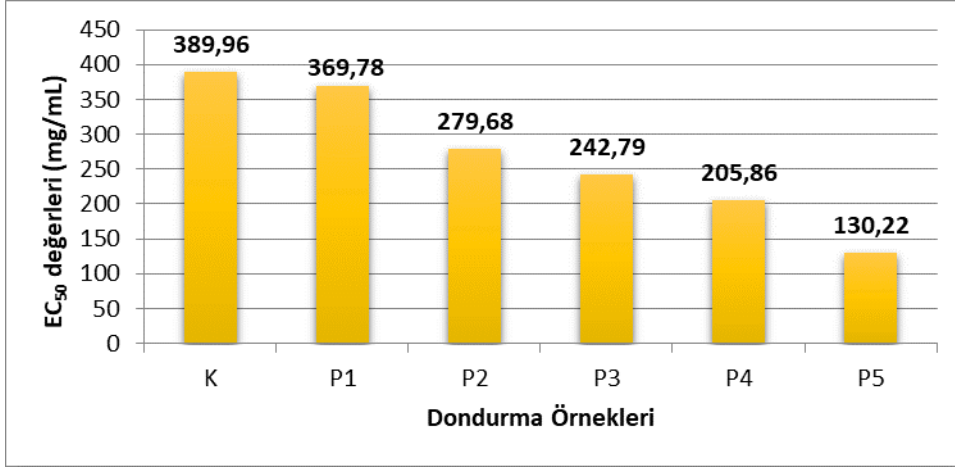
Çizelge 4.15. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin TEAC_{DPPH} ve EC₅₀ değerleri

Numune	TEAC _{DPPH} (μM Trolox eşdeğer (TE)/g) değeri (n=2)	EC ₅₀ Değeri (mg/mL) (n=2)
K	3,346±0,022d	389,959±56,614a
P1	3,356±0,793d	369,786±48,531a
P2	5,833±0,185c	279,678±12,785ab
P3	6,235±0,739bc	242,79±32,265bc
P4	7,821±0,695b	205,858±9,199bc
P5	9,968±0,300a	130,218±5,746c

Değerler ortalama \pm standart hata olarak verilmiştir.

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak önemli (P<0,05) fark bulunmaktadır. (K: Kontrol Grubu, P1: %0,5 Arı Polen, P2: %1 Arı Polen, P3: %1,5 Arı Polen, P4: %2 Arı Polen, P5: %2,5 Arı Polen ilaveli Dondurma)

Arı poleni ilaveli dondurmalar için, DPPH radikal yakalama yöntemi ile antioksidan aktivitenin belirlenmesi için EC₅₀ değerleri hesaplanmıştır. EC₅₀ değeri DPPH radikalının %50 oranında indirmediği miktar olarak belirtilmektedir. EC₅₀ değeri ne kadar yüksek ise, ilgili bileşen serbest radikalleri yeterince indirgeyememektedir. Dondurma örnekleri incelendiğinde, kontrol grubu dondurma örneğinde serbest radikalleri inhibe etmek için yüksek konsantrasyonda, arı poleni ilaveli dondurma gruplarında ise düşük konsantrasyonda serbest radikalleri inhibe ettiği belirlenmiştir. Şekil 4.7'de üretimi gerçekleştirilen dondurma gruplarının ortalama EC₅₀ değeri (mg/mL) olarak hesaplanan antioksidan kapasitesi gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Arı poleni ilaveli dondurmaların ortalama EC₅₀ değerleri

Yapılan bir çalışmada kontrol (F1), %0,1 (w/w) nar kabuğundan fenolik bileşik (F2), %0,4 (w/w) nar kabuğundan fenolik bileşik (F3), %2 nar çekirdeği yağı (F4), %4 nar çekirdek yağı (F5), %0,1 fenolik bileşik+%2 nar çekirdek yağı (F6) ve %0,1 fenolik bileşik+%4 nar çekirdek yağı (F7) ilaveleriyle zenginleştirilerek dondurma üretimi gerçekleştirmişlerdir. Üretilen dondurmalar, farklı oranlarda seyreltilerek EC₅₀ değerleri araştırılmıştır. 1/1 seyreltme oranında en yüksek EC₅₀ değeri 70,42±1,58 µg/mL ile F7 grubu dondurmada, en düşük 4,88±0,48 µg/mL ile F1 kontrol grubu dondurmada belirlenmiştir. 1/2 seyreltme oranında ise en yüksek EC₅₀ değeri 84,11±0,35 µg/mL ile F3 dondurma grubunda, en düşük 1,72±0,05 µg/mL ile F5 grubu dondurmada belirlemişlerdir (Çam vd., 2013).

Mehmetoğlu (2019) tarafından yapılan çalışmada, propolis katkılı dondurmanın Trolox eşdeğeri IC₅₀ değerleri hesap edilmiştir. En düşük trolox eşdeğeri IC₅₀ değeri 2,78±0,32 mg/mL ile 3 gün depolanan PD5 (en yüksek propolis içeren) grubunda, en yüksek IC₅₀ değeri 103,16±9,07 mg/mL ile 3 gün depolanan kontrol grubunda (propolis içermeyen) belirlenmiştir. 3, 30 ve 60 gün depolanan dondurma örneklerindeki IC₅₀ değerlerindeki değişimlerin, istatistiki olarak önemsiz seviyede olduğunu, fakat propolis ilavesinin ise istatistiki olarak önemli düzeyde etkilediğini belirlemişlerdir.

İnek, keçi ve koyun sütlerine kontrol grubu ile %0,5, %1, %2,5, %3 (a/h) oranlarında arı poleni ilave edilerek, yoğurt üretimi gerçekleştirilen bir çalışmada, örneklerin antioksidan aktivite (DPPH) değerleri araştırılmıştır. % Antioksidan kapasite değerleri, inek sütü ile hazırlanan yoğurt örneklerinde 71,90±0,02, 82,06±0,01, 90,33±0,02, 98,69±0,01, 98,79±0,01 mg/L; keçi sütü ile hazırlanan yoğurt örneklerinde 71,50±0,01, 81,46±0,05, 88,53±0,04,

95,88±0,01, 95,91±0,02 mg/L; koyun sütü ile hazırlanan yoğurt örneklerinde 74,65±0,01, 86,79±0,03, 94,40±0,08, 99,40±0,02, 99,69±0,01 mg/L olarak belirlemişlerdir (Ioannis vd., 2018).

Genel olarak arı polenin antioksidan etkisi türe özgüdür ve bitkiler arasında önemli ölçüde farklılık gösterir (Žižic vd., 2013).

Yapılmış olan çalışmalarda, antioksidan aktivite değerlerindeki farklılıkların hazırlanan dondurma formülasyonları, kullanılan ham madde ve üretim yöntemleri kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

4.3.9. Duyusal Değerlendirme

Çizelge 4.16'da arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin duyusal olarak değerlendirilmesi istatistiksel olarak verilmiştir. Renk ve görünüş istatistiksel olarak değerlendirildiğinde önemli fark bulunmamıştır ($P>0,05$). Tat-koku, yapı-kıvam ve genel beğeni değerlerinde önemli düzeyde ($P<0,05$) fark olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.16. Arı poleni ilaveli dondurma örneklerinin duyusal olarak değerlendirilmesi

Numune	Renk ve Görünüş (n=8)	Tat ve Koku (n=8)	Yapı ve Kıvam (n=8)	Genel Beğeni (n=8)
K	5,0±0a	4,9±0,1a	4,75±0,2ab	4,9±0,1a
P1	4,6±0,6a	4,8±0,2a	4,88±0,1a	4,7±0,2a
P2	4,6±0,2a	4,3±0,3ab	4,75±0,2ab	4,5±0,2ab
P3	4,8±0,16a	3,8±0,1bc	4,63±0,3ab	4,0±0,2bc
P4	4,5±0,3a	3,5±0,3cd	4,13±0,3b	3,6±0,2cd
P5	4,5±0,3a	3±0,2d	3,38±0,3c	3,1±0,2d

Değerler ortalama ± standart hata olarak verilmiştir.

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli ($P>0,05$) fark bulunmamaktadır. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) fark bulunmaktadır. (K: Kontrol Grubu, P1: %0,5 Arı Poleni, P2: %1 Arı Poleni, P3: %1,5 Arı Poleni, P4: %2 Arı Poleni, P5: %2,5 Arı Poleni İlaveli Dondurma)

Dondurma örneklerinin renk ve görünüş değerleri incelendiğinde en yüksek puanları kontrol grubundaki dondurma, en düşük puanları ise arı poleni konsantrasyonu en yüksek

olan P5 grubundaki dondurma almıştır. Dondurmalarda arı poleni oranının artmasıyla, verilen puanların düştüğünü görmekteyiz.

Tat ve koku değerleri incelendiğinde en yüksek puanları kontrol grubundaki ve P1 dondurmaları, en düşük puanları ise arı poleni konsantrasyonu en yüksek olan P4 ve P5 grubundaki dondurmalar almıştır. Dondurmalarda arı poleni konsantrasyonuna bağlı olarak, tat ve koku puanlarının düştüğü görülmektedir.

Yapı ve kıvam değerleri incelendiğinde en yüksek puanları kontrol grubundaki, P1 ve P2 dondurmaları, en düşük puanları ise arı poleni konsantrasyonu en yüksek olan P5 grubundaki dondurma almıştır. Arı poleni ilavesinin artmasıyla yapı ve kıvam puanlarında da düşüş görmekteyiz. Genel olarak arı poleni ilaveli dondurmaların tat ve koku duyuşal değerlendirmelerdeki puanlara arı poleni konsantrasyonunun önemli olarak etki ettiği tespit edilmiştir.

Genel beğeni değerleri incelendiğinde en yüksek puanları kontrol grubu, P1 ve P2 dondurmaları, en düşük puanları ise arı poleni konsantrasyonu en yüksek olan P5 grubundaki dondurma almıştır. Arı poleni miktarı arttıkça genel beğenin düştüğü belirlenmiştir.

Mehmetoğlu (2019) propolis katkılı dondurmalarda renk ve görünüş puanlarını en yüksek $4,9\pm 0,1$ ile üç gün depolanan kontrol grubu dondurmada, en düşük puanları $3,3\pm 0,3$ ile propolis konsantrasyonu en yüksek olan 60 gün depolanan PD5 grubu dondurmada, tat ve koku değerlendirmelerinde en yüksek puanı $4,9\pm 0,1$ ile üç gün depolanan PD1 grubundaki dondurma, en düşük puanı $3,5\pm 0,2$ ile 60 gün depolanan PD4 grubundaki dondurmada, yapı ve kıvam değerlendirmelerinde en yüksek puanı $4,1\pm 0,3$ ile 3 gün depolanan kontrol grubundaki dondurma, en düşük puanı $3,5\pm 0,3$ ve $3,5\pm 0,2$ ile 60 gün depolanan PD4 ve PD5 grubundaki dondurmalarda, genel beğeni değerlendirmesinde ise en yüksek puanı $4,4\pm 0,2$ ile 30 gün depolanan kontrol grubundaki dondurmada, en düşük puanı $3,5\pm 0,2$ ile 60 gün depolanan PD5 grubundaki dondurmada belirlenmiştir.

Akalın (2020) tarafından yapılan çalışmada, yağsız süttozu ile zenginleştirilen bitkisel bazlı süttten az yağlı dondurma üretimi gerçekleştirilmiştir. Badem-fındık-acı bakla, badem-fındık, fındık-acı bakla, badem-acı bakla, badem, fındık, acı bakla ile 7 farklı dondurma üretimi gerçekleştirilmiştir. Renk değerlendirmesinde en yüksek puanı $5,00 \pm 0,00$ ile 60 gün depolana AB (acı bakla sütü ilaveli) grubu dondurma, en düşük puanı $3,75\pm 1,08$ ile 90 gün depolanan AB grubu dondurmada, tat değerlendirmesinde en yüksek puanı $5,00\pm 0,00$ ile 1

gün depolanan BF (badem-fındık sütü ilaveli) ve 60 gün depolanan F (findık sütü ilaveli) grubu dondurma, en düşük puanı $2,25 \pm 0,35$ ile 60 gün depolana AB (acı bakla sütü ilaveli) dondurma grubunda, koku değerlendirmesinde en yüksek puanı $5,00 \pm 0,00$ ile 1 gün depolanan BF (badem-fındık sütü ilaveli) ve 60 gün depolanan B (badem sütü ilaveli), F (findık sütü ilaveli), BF (badem-fındık sütü ilaveli), FAB (findık-acı bakla sütü ilaveli) dondurma grubunda, en düşük puanı $3,40 \pm 0,69$ ile 1 gün depolanan AB (acı bakla sütü ilaveli) dondurma grubunda belirlenmiştir. Doku değerlendirmelerinde en yüksek puanı $5,00 \pm 0,00$ ile 30 gün depolanan FABB (Badem-fındık-acı bakla sütü ilaveli) grubundaki dondurmada, en düşük puanı $3,11 \pm 1,12$ ile 90 gün depolanan FABB (Badem-fındık-acı bakla sütü ilaveli) grubundaki dondurmada, genel kabul edilebilirlik değerlendirmesinde ise en yüksek puanı $5,00 \pm 0,00$ ile 1 gün depolanan FAB (findık-acı bakla sütü ilaveli) dondurma grubunda, en düşük puanı $3,12 \pm 0,20$ ile 30 gün depolanan BAB (Badem-acı bakla sütü ilaveli) grubundaki dondurmada belirlenmiştir.

Arı poleni ilaveli dondurma örneklerine yapılan puan değerlendirmeleri ile diğer çalışmaların sonuçları karşılaştırıldığında, literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde insanlar daha sağlıklı, kaliteli ve uzun yaşamak için doğal ürünlere yönelmiştir. Arı poleni, gösterdiği antioksidan, antifungal, antibakteriyel, antienflamatuvar özellikler ile ilginin arttığı ürünler içerisinde yer almaktadır.

Arı poleni gıda maddesi olarak ve destekleyici tedavi için oldukça önemlidir. Destekleyici tedavi olarak kullanılacak arı poleni (vb. maddeler) üzerine yapılan çalışmaların toplum sağlığı açısından ayrı bir önemi vardır.

Bu çalışmada, dondurmaya %0,5, %1, %1,5, %2 ve %2,5 olmak üzere beş farklı konsantrasyonda arı poleni ilave edilerek, fonksiyonel gıda üretimi gerçekleştirilmiş ve ürünün bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. Arı polenine kuru madde, kül, pH, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite, renk analizleri; dondurma mikslerine pH, renk, reoloji analizleri; dondurmalara pH, kuru madde-kül, renk, tekstür, hacim artışı, ilk damlamadan tam erimeye kadar geçen süre tayini, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite analizleri yapılmış ve örnekler duyuşsal olarak değerlendirilmiştir. Yapılan analizlerin sonuçları, istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Arı poleni ilaveli dondurma mikslerinin ve dondurma örneklerinin pH değerlerinde, istatistiksel olarak önemli düzeyde fark bulunmuştur. Üretimde kullanılan, pH değerini 3,61 olarak belirlediğimiz arı polenleri ve formülasyonda bulunan salep içeriği, örneklerin pH değerlerinde düşüşe neden olmaktadır.

Dondurma mikslerine, farklı konsantrasyonlarda yapılan arı poleni ilavesi ile L, a, b değerleri önemli düzeyde etkilenmiştir.

Arı poleni ilaveli dondurma mikslerinin, Ostwald de Waele model parametre değerlerinde istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır.

Dondurmaların pH, renk, hacim artışı, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite değerleri, arı poleni konsantrasyonlarına bağılı olarak istatistiki olarak önemli fark oluşturmuştur. Düşük konsantrasyonda arı poleni ilavesinin bile, dondurmaların antioksidan aktivitelerine katkısı önemli düzeyde olmuştur.

Dondurmaların kuru madde ve kül miktarları, ilk damlama ve tamamen erime sürelerine arı poleni ilavesi, istatistiki olarak önemli fark oluşturmamıştır.

Dondurmaların farklı arı poleni konsantrasyonuna bağlı olarak tekstür değerleri, depolama süresinde düşüş göstermiştir. 1.gün ve 180.gün yapılan sertlik analizi değerlerinde, arı poleni ilavesi istatistiksel olarak önemli fark oluşturmamıştır fakat 90.gün yapılan sertlik analiz değerlerinde önemli düzeyde fark oluşturmuştur. 1.gün ve 90.gün yapılan work of penetration analizinde arı poleni ilavesi istatistiki olarak önemli fark oluşturmamıştır fakat 180.gün yapılan work of penetration analiz değerlerinde önemli fark oluşturmuştur.

Duyusal değerlendirme analiz sonuçlarına göre, dondurmaların farklı arı poleni konsantrasyonuna bağlı olarak renk ve görünüş özelliklerinin olumsuz etkilenmediği tespit edilmiştir. Ancak dondurmaların artan arı poleni konsantrasyonuna bağlı olarak tat ve koku, yapı ve kıvam özelliklerini olumsuz etkilediği belirlenmiştir.

Dondurmaya arı poleni ilavesiyle artan fenolik madde ve antioksidan madde değerlerine rağmen, yapılan diğer analizlerle değerlendirildiğinde %0,5 arı poleni içeren P1, %1 arı poleni içeren P2 ve %1,5 arı poleni içeren P3 grubu dondurmaların üretim için uygun olduğu fakat, duysal değerlendirme puanları incelendiğinde ise P3 grubunun tat ve koku değerlendirilmesinde P1 ve P2 den ayrıştığı görülmektedir. Bu nedenle arı poleni ilaveli dondurma üretimi için P1 ve P2 en uygun dondurma grupları olarak belirlenmiştir.

Gıdalara eklenen polenin fizikokimyasal ve duysal özellikler üzerinde farklı etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Biyo-fonksiyonel yiyecekler olarak yeni ve belkide insanların kronik hastalıklarının tedavisi için takviye olarak önerilebilir. Ürün geliştirme aşamasında meyve özleri, lezzet verici bileşenler ve tatlandırıcı maddeler eklenerek ürünün duysal özellikleri de artırılabilir.

Arı polenin biyokimyasal özellikleri, toprak, mevsim, bitki kaynağı, bölge farklılıkları gibi nedenlerle farklılık göstermektedir. Gıda endüstrisindeki kullanım alanları ile sağlık üzerine etkilerinin ortaya konması için yapılan araştırmalar devam etmelidir. Bu araştırmaların devam etmesiyle Apiterapi sektöründe Ülke olarak daha güçlü hale geleceğiz.

Ancak, polen ilaveli ürünlerin imalatında, arı polenin çocuklarda alerjiye neden olabileceği göz önünde bulundurulmalı ve bu durum imalat aşamasında etiketleme suretiyle ürün ambalajında belirtilmelidir.

KAYNAKLAR

- Abdella, E.M., Tohamy, A. and Ahmad, R.R. (2009). Antimutagenic activity of Egyptian propolis and bee pollen water extracts against cisplatin-induced chromosomal abnormalities in bone marrow cells of mice. *Iran J Cancer Prevent* 2:175–181.
- Akalın, H. (2020). Yağsız süttozu ile zenginleştirilen bitkisel bazlı süttten az yağlı dondurma üretimi (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, İzmir.
- Aliyazıcıoğlu, Y., Değer, O., Ovalı, E., Barlak, Y., Hosver, I., Tekelioğlu, Y., Karahan, S.C. (2005). Effects of Turkish pollen and propolis extracts on respiratory burst for K-562 cell lines. *International immunopharmacology*, 5 (11): 1652-1657.
- Anonim, (2004). Türk Gıda Kodeksi, Dondurma Tebliği, Tebliğ No: 2004/45.
- Anonim, (2019). Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği, Polen. 23.11.2019, Erişim adresi <https://www.tab.org.tr/polen>.
- AOAC. (2000). Official Methods of Analysis. (17th ed.) Arlington.
- Asafova, N., Orlov, B. and Kozin, R. Physiologically Active Bee. (2001). Products, Y. A. Nikolaev, Nizhny Novgorod, Russia, 2001, edited by: Y. A. Nikolaev.
- Avkan, F. (2020). Dondurma üretiminde süt tozuna ikame olarak bezelye protein izolatu kullanım olanakları (Yüksek Lisans Tezi). Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Aydın, G. (2016). Farklı Kurutma Yöntemleri ve Farklı Özütleme Çözgenlerinin Arı Poleninin Antioksidan Kapasitesi ve Fenolik İçeriği Üzerine Etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ordu.
- Başdoğan, G., Sağdıç, O., Daştan, T., Düz, G. ve Acar, S. (2019). Farklı Bölgelerden Toplanan Arı Polenlerinin Fizikokimyasal Özellikleri ve Şeker Profillerinin Belirlenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi Kimya Metalurji Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Esenler-İstanbul, Balpamak Ar-Ge Merkezi, Çekmeköy-İstanbul.
- Bell, R.R., Thornber, J.L.L., Seet, M.T., Groves, N.R., Ho, D.T.B. (1983). Composition and Protein Ovality of Honey Bee-Collected Pollen of Eucalyptus Calophylla. *Journal of Nutrition*, 113, 2479- 2484.

- Bogdanov, S., Bieri, K., Gremaud, G., Iff, D., Känzig, A., Seiler, K., Stöckli, H. and Zürcher, K. (2003). Bienenprodukte; 23 B Pollen. Swiss Food Manual (Schweiz.Lebensmittelbuch): 1-6.
- Bogdanov, S. (2006). Contaminants of bee products. *Apidologie* 38 (1), 1-18.
- Bogdanov, S. (2014). Pollen: Production, Nutrition and Health: A Review. *Bee Product Science 2014*, Website. Available online: <https://www.bee-hexagon.net> (accessed on 22 November 2018).
- Campos, M., Markham, K.R., Mitchell, K.A. and Da Cunha, A.P. (1997). An approach to the characterization of bee pollens via their flavonoid/phenolic profiles. *Phytochem Anal* 8:181–185.
- Campos, M.G., Webby, R.F., Markham, K.R., Mitchell, K.A. and Da Cunha, A.P. (2003). Age-Induced Diminution of free radical scavenging capacity in bee pollens and the contribution of Consistent flavonoids. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51 (3), 742-745.
- Campos, MGR., Bogdanov, S., Bicudo de Almeida-Muradian, L., Szczesna, T., Mancebo, Y., Frigerio Ch., et al. (2008). Pollen composition and standardisation of analytical methods. *J Apic Res* 47:156–163.
- Campos, M., Firgerio, C., Lopes, J. and Bogdanov, S. (2010). What is the future of Bee-Pollen. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, vol. 2, pp. 131–144, 2010.
- Carpes, S.T., Beginini, R., De Alencar, S.M. and Masson, M.L. (2007). Study of preparation of bee pollen extracts, antioxidant and antibacterial activity. *Ciencia e Agrotecnologia* 31:1818–1825.
- Cavin, C., Delatour, T., Marin-Kuan, M., Holzhauser, D., Higgins, L. and Bezencon, C. (2007). Reduction in antioxidant defences may contribute to ochratoxin A toxicity and carcinogenicity. *Toxicol Sci* 96:30–39.
- Choi, E.M. (2007). Antinociceptive and antiinflammatory activities of pine (*Pinus densiflora*) pollen extract. *Phytother Res* 21:471–475.
- Conte, P., Del Caro, A., Balestra, F., Piga, A. and Fadda, C. (2018). Bee pollen as a functional ingredient in gluten-free bread: A physical-chemical, technological and sensory approach. *LWT Food Sci. Technol.* 2018, 90, 1–7.

- Couto, R. H. N. and Couto, L. A. (2006). *Apicultura: Manejo e Produtos*, Funep, Jaboticabal, Brazil, 3rd edition.
- Çam, M. ve Yalçın, H. (2013). *Nar Kabuğu ve Çekirdeği Fonksiyonel Bileşikleri ile Zenginleştirilmiş Dondurma Üretimi*. TÜBİTAK Proje No: 110 O 594.
- De Melo Pereira, I. (2008). *Stability of antioxidant vitamins in bee pollen samples* (original in Portuguese). PhD Pharmaceutical Science School Sao Paulo University, Sao Paulo, Brazil; pp 90pp.
- Dominguez-Valhondo, D., Gil, D. B., Hernandez, M. T., Gonzalez-Gomez, D. (2011). Influence of the commercial processing and floral origin on bioactive and nutritional properties of honeybee-collected pollen. *International Journal of Food Science and Technology* 46 (10), 2204-2211.
- Duclos, A.J., Lee, ChT. and Shoskes, D.A. (2007). Current treatment options in the management of chronic prostatitis. *Ther Clin Risk Manage* 3:507–511.
- Dudov, I.A. and Starodub, N.F. (1994). Antyoxydant system of rat erythorocytes under condition of prolonged intake honeybee flower pollen loads. *Ukrainski Biokhimicheskii Zhurnal* 66:94–96.
- Durak, M. (2019). *Bazı meyve katkılı dondurmaların kimyasal, reolojik ve duyuşal özelliklerinin araştırılması (Yüksek Lisans Tezi)*. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliğı Anabilim Dalı, Ordu.
- Elkins, R. (1996). *Bee Pollen Royal Jelly Propolis and Honey*. Woodland Publishing, London, 32 p.
- Eraslan, G., Kanbur, M., Silici, S., Liman, B., Altinordulu, S. and Sarica, Z.S. (2009). Evaluation of protective effect of bee pollen against propoxur toxicity in rat. *Ecotox Environ Safe* 72:931–937.
- Erkmen, O. and Özcan, M.M. (2008). Antimicrobial effects of Turkish propolis, pollen, and laurel on spoilage and pathogenic food-related microorganisms. *J Med Food* 11:587–592.
- Ersöz, N.B. (2012). *Pirinç sütü ile düşük kalorili dondurma üretimi (Yüksek Lisans Tezi)*. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliğı Anabilim Dalı, Kayseri.

- Fatrcová-Šramková, K., Nôžková, J., Kacáňová, M., Máriássyová, M., Rovná, K. and Stricík, M. (2013). Antioxidant and antimicrobial properties of monofloral bee pollen. *J Environ Sci Health* 48:133–138.
- Florek, E. and Leciejewska, A. (1995). Próba zastosowania preparatów pszczelarskich w profilaktyce zatruc tri chloroetylenem. *Herba Polonica* 41:70.
- Freire K.R., Lins A.C., Dórea M.C., Santos F.A., Camara C.A. and Silva T.M. (2012). Palynological origin phenolic content and antioxidant properties of honeybee-collected pollen from bahia. Brazil. *Molecules*. 2012; 17: 1652-1664.
- Gürpınar, S. (2019). Meyve lifleri kullanımının dondurmanın kalitesi ve besinsel özellikleri üzerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Güven, M., Karaca, O.B. (2002). The effects of varying sugar content and fruit concentration on the physical properties of vanilla and fruit ice-cream-type frozen yogurts. *Int J Dairy Technol*; 55(1): 2731.
- Hacıbektaşoğlu, F. (2019). Kırmızı pancarın dondurma üretiminde kullanım imkânları üzerine bir araştırma (Yüksek Lisans Tezi). Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gümüşhane.
- Hamblin, T. (2006). Natural products and the treatment of leukemia. *Leuk Res* 30:649–650.
- Hwang, J.Y., Shyu, Y.S. and Hsu, C. K. (2009). Grape wine lees improves the rheological and adds antioxidant properties to ice cream. *LWT Food Science and Technology*, 42, 312–318.
- Ioannis, K. Karabagias, Vassilios, K. Karabagias, Ilias, Gatzias and Kyriakos, A. Riganako. (2018). Bio-Functional Properties of Bee Pollen: The Case of “Bee Pollen Yoghurt”. Laboratory of Food Chemistry, Department of Chemistry, University of Ioannina, 45110 Ioannina, Greece.
- Ishikawa, Y., Tokura, T., Nakano, N., Hara, M., Niyonsaba, F., Ushio, H., et al. (2008). Inhibitory effect of honeybee-collected pollen on mast cell degradation in vivo and in vitro. *J Med Food* 11:14–20.
- Jovana, R., Glušac, Milka J., Stijepić, Spasenija D., Milanović and Dragica M. Đurđević-Milošević. (2015). Physicochemical Properties of Honeybee Pollen Enriched Acidophilus Milk and Probiotic Yoghurt. *Apteiff*, 46, 1-269. doi: 10.2298/APT1546045G.

- Kanar, Y. (2017). Farklı kurutma yöntemlerinin arı polenin fizikokimyasal özellikleri ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi), Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ordu.
- Kaya, S. ve Tekin, A.R. (2001). The effect of salep content on the rheological characteristics of a typical ice-cream mix. *Journal of Food Engineering*, 47(2001), 59-62.
- Kędzia, B. and Hołderna-Kędzia, E. (2005). Biological properties and therapeutic action of bee pollen. *Postępy Fitoterapii*, vol. 3-4, pp. 103–108, 2005.
- Kempf, M., Heil, S., Hasslauer, I., Schmidt, L., von der Ohe K., Theuring, C., et al. (2010). Pyrrolizidine alkaloids in pollen and pollen products. *Mol Nutr Food Res* 54:292–300.
- Komosinska-Vassev, K., Olczyk, P., Kafmierczak, J., Mencner, L. and Olczyk, K. (2015). Bee Pollen: Chemical composition and therapeutic application. *J. Evid. Based Complement. Altern. Med.*
- Kroyer, G. and Hegedus, N. (2001). Evaluation of bioactive properties of pollen extracts as functional dietary food supplement. *Innov Food Sci Emerg Technol* 2:171–174.
- Kurt, A., Çakmakçı, S. ve Çağlar, A. (2007). Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi, Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Kurt, A., Cengiz, A. and Kahyaoglu, T. (2016). The effect of gum tragacanth on the rheological properties of salep based ice cream mix. *Carbohydrate Polymers*, 143, 116–123.
- Kuş, A., Altan, A. and Kaya, A. (2005). Rheological behavior and time-dependent characterization of ice cream mix with different salep content. University of Gaziantep Food Engineering Department 27310, Gaziantep.
- Liebelt, R.A., Lyle, D., Walker, J. (1994). Effect of a Bee Pollen Diet on Su and Growth of Inbred Strains of Mice. *American Bee Journal*, 134, 615- 620.
- Linskens, H.F. and Jorde, W. (1997). Pollen as food and medicine – A review. *Economic Bot* 51:78–87.
- Maden, F.İ. (2020). Stevia ile tatlandırılmış meyveli dondurma üretimi (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Makris, M., Koulouris, S., Koti, I., Aggelides, X., Sideri, K., Chliva, C., et al. (2010). Temporal relationship of allergic rhinitis with asthma and other co-morbidities in a

- Mediterranean country: A retrospective study in a tertiary reference allergy clinic. *Allergol Immunopathol* 38:246–253.
- Martín-Muñoz, M. F., Bartolome, B., Camiona, M., Bobolea, I., Garcia Ara, M. C., Quirce, S. (2010). Bee pollen: a dangerous food for allergic children. Identification of responsible allergens. *Allergologia et Immuno pathologia* 38, 263-265. doi: 10.1016/j.aller.2009.12.003
- Mayda, N. (2019). Arı poleni ve arı ekmeğinin palinolojik, kimyasal ve antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.
- Mehmetoğlu, S. (2019). Propolis katkılı dondurmaların depolama süresince fizikokimyasal yapısının incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ordu.
- Metin, M., Yeşilyurt, S., Öztürk, G.F. ve Hocalar, B. (1990). Süt ve Mamülleri Analiz Metotları. E. Ü. Müh. Fak. Çoğaltma Yayınları: 49, Bornova, İzmir.
- Middleton, E. (1998). Jr. Effect of plant flavonoids on immune and inflammatory cell function. Review. *Adv Exp Med Biol* 439:175–182.
- Miller, N.J., Rice-Evans, C., Davies, M.J., Gopinathan, V. and Milner, A. (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clin. Sci.*, 84, 407–412.
- Moosbeckhofer, R., Ulz, J. (1996). *Der erfolgreiche Imker*. Graz-Stuttgart.
- Munsted, K. and Bogdanov, S. (2009). Bee products and their potential use in modern medicine. *J ApiProd ApiMed Sci* 1:57–63.
- Nakajima, Y., Tsuruma, K., Shimazawa, M., Mishima, S. and Hara, H. (2009). Comparison of bee products based on assays of antioxidant capacities. *BMC Comp Altern Med* 9:4.
- Nagai, T., Inoue, R., Suzuki, N., Myoda, T. and Nagashima, T. (2005). Antioxidative ability in a linoleic acid oxidation system and scavenging abilities against active oxygen species of enzymatic hydrolysates from pollen *Cistus ladaniferus*. *Int J Mol Med* 15:259–263.
- Nogueira, C., Iglesias, A., Feás, X. and Estevinho, L.M. (2012). Commercial bee pollen with different geographical origins: A comprehensive approach. *Int J Mol Sci* 13:11173–11187.

- Özcan, M., Ünver, A., Ceylan, D.A., Yetişir, R. (2004). Inhibitory effect of pollen and propolis extracts. *Nahrung* 2004;48:188–194.
- Pascoal, A., Rodrigues, S., Teixeira, A., Feás, X. and Estevinho, L.M. (2014). Biological activities of commercial bee pollens: antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. *Food Chem Toxicol* 63:233–239.
- Polanski, M., Okon, K., Przybyło, R. and Frasiak, W. (1998). Cardioprotective properties of hydrophilic pollen extract (HPE). *Pol J Pathol* 49:109–112.
- Pop, C., Vlaic, R., Fărcaș, A., Salanță, L., Ghicășan, D., Semenuc, C. and Rotar, M.A. (2015). Influence of Pollen, Chia Seeds and Cranberries Addition on the Physical and Probiotics Characteristics of Yogurt. Faculty of Food Science and Technology, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine ClujNapoca, Romania, *Bulletin UASVM Food Science and Technology* 72(1) / 2015, DOI: 10.15835/buasvmcn-fst:11090.
- Prakash, A.S., Pereira, T.N., Reilly, P.E.B., Seawright, A.A. (1999). Pyrrolizidine alkaloids in human diet. *Mut Res* 443:53-67.
- Prichard, M. and Turner, K.J. (1985). Acute hypersensitivity to ingested processed pollen. *Aust NZ J Med* 15:346–347.
- Qin, F. and Sun, H.X. (2005). Immunosuppressive activity of Pollen *Typhae* ethanol extract on the immune responses in mice. *J Ethnopharmacol* 102:424–429.
- Reisner, W. and Gartlehner, K. (2006). Development of a machine-compatible identification method for bee pollen. *Energy and Environmental Research Reports* 24: 1-36.
- Richardson, M.A., Sanders, T., Palmer, J.L. Greisinger A and Singletary S.E. (2000). Complementary/alternative medicine use in a comprehensive cancer center and the implications for oncology. *J Clin Oncol* 18:2505–2514.
- Rimpler, M. (2003). Von Bienen gesammelte Blütenpollen: Eigenschaften und Verwendung. *Arztezeitschrift für Naturheilverfahren*, vol. 44, no. 3, pp. 158–165.
- Rzepecka-Stojko, A., Pilawa, B., Ramos, P. and Stojko, J. (2012a). Antioxidative properties of bee pollen extracts examined by EPR spectroscopy. *J Apic Sci* 56:23–31.
- Rzepecka-Stojko, A., Stec, M., Kurzeja, E., Gawronska, E., Pawlowska-Goral, K. (2012b). The Effect of Storage of Bee Pollen Extracts on Polyphenol Content. *Polish Journal of Environmental Studies* 21 (4): 1007-1011.

- Rommel, A., Heatherbell, D.A. and Wrolstad, R.E. (1990). Red raspberry juice and wine: Effect of processing and storage on anthocyanin pigment composition, colour and appearance. *Journal of Food Science*, 55:1011-1017.
- Salles, J., Cardinault, N., Patrac, V., Berry, A., Giraudet, Ch., Collin, M.L., et al. (2014). Bee pollen improves muscle protein and energy metabolism in malnourished old rats through interfering with the Mtor signaling pathway and mitochondrial activity. *Nutrients* 6:5500–5516.
- Saric, A., Balog, T., Sobocanec, S., Kusic, B., Sverko, V., Rusak, G., et al. (2009). Antioxidant effects of flavonoid from Croatian *Cystus incanus* L. Rich bee pollen. *Food Chem Toxicol* 47:547–554.
- Sayar, E. (2020). Deve sütünden yaban mersini (*vaccinium* sp.) meyvesi kullanılarak üretilen dondurmaların bazı kalite parametreleri (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Serra, B.J., Soliva, T.M., Centelles, L.E. (2001). Evaluation of polyphenolic and flavonoid compounds in honeybee-collected pollen produced in Spain. *Journal of agricultural and food chemistry* 49 (4): 1848-1853.
- Singleton, V.L., Orthofer, R. And Lamuela-Raventos R.M. (1999). Analysis Of Total Phenols And Other Oxidation Substrates And Antioxidants By Means Of Folin-Ciocalteu Reagent. *Methods Enzymol*, 299: 152-178.
- Solomka, V. (2001). On bees pollen storage technologies. *Pasika* (3): 22-23.
- Soukoulis, C. and Tzia, C. (2018). Grape, raisin and sugarcane molasses as potential partial sucrose substitutes in chocolate ice cream: a feasibility study. *International Dairy Journal*, 76, 18–29.
- Soukoulis, C., Rontogianni, E. and Tzia, C. (2010). Contribution of thermal, rheological and physical measurements to the determination of sensorially perceived quality of ice cream containing bulk sweeteners. *Journal of Food Engineering*, 100, 634–641.
- Stegelmeier, B.L., Edgar, J.A., Colegate, S.M., Gardner, D.R., Schoch, T.K., Coulombe, R.A., Molyneux, R.J. (1999). Pyrrolizidine alkaloid plants, metabolism and toxicity. *J Nat Toxins* 8: 95-115.

- Szczesna, T., Rybak, H., Skowronek, W. (1995). Alterations in the chemical composition of the pollen loads stored under various conditions: I, III, IV. *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe* 40: 145, 171, 191-156, 189, 207.
- Szczesna, T. (2006). Protein content and amino acid composition of bee-collected pollen from selected botanical origins. *J Apic Sci* 50:81–90.
- Szczesna, T. (2006). Long chain fatty acids composition of honeybeecollected pollen. *Journal of Apicultural Science*, vol. 50, no. 2, pp. 65–79, 2006
- Thakur, M. and Nanda, V. (2019). Process optimization of polyphenol-rich milk powder using bee pollen based on physicochemical and functional properties. Department of Food Engineering and Technology, Sant Longowal Institute of Engineering and Technology (Deemed-to-beUniversity), Longowal, Punjab, India, *Journal of Food Process Engineering*, DOI: 10.1111/jfpe.13148.
- Tikhonov, A.I., Sodsavichniy, K., Tichonov, C.A., Yarnich, T.G., Bodnarchuk, L.I. and Kotenko, A.M. (2006). Bee Pollen in Pharmacy and Medicine. *NFU Original*, Harkov, pp. 34–76.
- Tomas-Lorente, F., Garcia-grau, M.M., Nieto, J.L. and Tomas-Barberan, F.A. (1992). Flavonoids from *Cistus-Ladanifer* bee pollen. *Phytochemistry* 31:2027–2029.
- Türkmen, N. (2019). Bazı yabancı orkide türlerinden elde edilen saleplerin maraş usulü dondurma üretiminde kullanım olanaklarının araştırılması (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara.
- Uzbekova, D.G., Makarova, V., Khvoynitskaya, L.G. and Slepnev, A.A. (2003). Evaluation of bee-collected pollen influence on lipid peroxidation, antioxidant system and liver function in old animals. *J Hepatol* 38:203.
- World Health Organization (WHO). (2000). General guidelines for methodologies on research and evaluation of traditional medicine. Geneva WHO Books, 80.
- Wojcicki, J., Hinek, A. and Samochowiec, L. (1985). The protective effect of pollen extracts against allyl alcohol damage of the liver. *Arch Immunol Ther Exp* 33:841–849.
- Wójcicki, J. (1987). Experimental and clinical analyses of bee pollen extracts. *Herba Polonica* 33:49–54.

- Wu, Y.D. and Lou, Y.J. (2007). A steroid fraction of chloroform extract from bee pollen of *Brassica campestris* induces apoptosis in human prostate cancer PC-3 cells. *Phytother Res* 21:1087–1091.
- Xu, X., Sun, L., Dong, J. and Zhang, H. (2009). Breaking the cells of rape bee pollen and consecutive extraction of functional oil with supercritical carbon oxide. *Innovat. Food Sci. Emerg. Tech.* 2009, 10, 42–46.
- Yakusheva, E. (2010). Pollen and bee bread: Physico-chemical properties. Biological and pharmacological effects. Use in medical practice, in *Theoretical and Practical Basics of Apitherapy*, ed. by Rakita D, Krivtsov N and Uzbekova DG. Roszdrav, Ryazan, Russia, pp. 84–97.
- Yerlikaya, O. (2014). Effect of bee pollen supplement on antimicrobial, chemical, rheological, sensorial properties and probiotic viability of fermented milk beverages. Ege University Faculty of Agriculture Department of Dairy Technology, Bornova/İzmir.
- Yılmaz, M.T. (2014). Ekzopolisakkarit (EPS) üreten laktik asit bakterilerinin bazı gıdaların tekstürel, reolojik ve mikroyapısal özelliklerine etkisi. TÜBİTAK Proje No: 112O169.
- Yook, H.S., Lim, S.I., Byun, M.W. (1998). Changes in microbiological and physiochemical properties of bee pollen by application of gamma irradiation and ozone treatment. *Journal of Food Protection* 61 (2): 217-220.
- Žižic, J.B., Vukovic, N.L., Jadranin, M.B., An delkovic, B.D., Tešević, V.V., Kacaniova, M.M., et al. (2013). Chemical composition, cytotoxic and antioxidative activities of ethanolic extracts of propolis on HCT-116 cell line. *J Sci Food Agric* 93:3001–3009.

EKLER

Panelistin Adı Soyadı:			Panel Tarihi:					
DEĞERLENDİRME CETVELİ			ÖRNEKLER					
Özellik	Nitelik	Puan	A	B	C	D	E	F
Renk ve Görünüş	ÇOK İYİ	5						
	İYİ a) Net olmayan renk b) Görünümü biraz bozuk	4						
	AZ KUSURLU a) Tabii olmayan renk	3						
	KUSURLU a) Görünüm çok bozuk	2						
Yapı ve Kıvam	ÇOK İYİ	5						
	İYİ a) Sert ve sıkı	4						
	AZ KUSURLU a) Delikli hava kabarcıklı b) Yapışkan c) Gevşek dağılan d) Çamurumsu, ıslak	3						
	KUSURLU a) Kristalleşmiş	2						
Tat ve Koku	ÇOK İYİ	5						
	İYİ a) Düşük asitlik b) Şeker azlığı c) Şeker fazlalığı	4						
	AZ KUSURLU a) Acı, yanığımsı, maltımsı b) Sütten gelebilecek yem kokusu c) Aroma eksikliği d) Aroma azlığı e) Pişmiş tat	3						
	KUSURLU a) Küf tadı b) Ekşimsi c) Mayamsı d) Acı ve sabunumsu	2						
GENEL BEĞENİ	Çok Beğendim	5						
	Beğendim	4						
	Beğenmedim	3						
	Hiç Beğenmedim	2						