

## Avokado (*Persea americana* Mill.) Püresi İlavesiyle Üretilen Yağ İçeriği Azaltılmış Dondurmaların Bazı Fizikokimyasal, Reolojik ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi

Hülya Nur DOĞANCI<sup>1</sup> , Naim Alper KIRMIZI<sup>1</sup> , Ali KÖKSAL<sup>1</sup> , Nazlı KANCA<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Ankara, Türkiye

\*Sorumlu Yazar: [nazli.turkmen@ankara.edu.tr](mailto:nazli.turkmen@ankara.edu.tr)

Geliş Tarihi: 30.04.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 14.06.2024 Kabul Tarihi: 22.06.2024

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı, günlük diyetinde daha düşük oranda yağ almasını gerektiren çeşitli rahatsızlıklara sahip bireylerin tüketimine uygun dondurma üretimi gerçekleştirmektir. Bu amaçla dondurma üretiminde, süt yağı içeriği çeşitli oranlarda (K-%0, 25AP-%25, 50AP-%50, 75AP-%75, 100AP-%100) avokado (*Persea americana* Mill.) püresi (AP) ile ikame edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, dondurma karışımlarının kıvam katsayısı değerlerinin AP kullanımı ile belirgin ölçüde arttığı, akış davranış indeksi değerlerinin ise düştüğü, dolayısıyla psödoplastik davranışa daha çok yaklaştığı kaydedilmiştir. AP kullanımı, ürünün sertlik değerlerini artırmış, serum ayrılması değerlerini ise önemli ölçüde azaltmıştır. Dondurmaların incelenen erime özelliklerinde (ilk damlama süresi, 30, 60, 90 ve 120. dakikalardaki erime oranları ile 120 dakika sonunda kalan kütle oranları), AP ilavesi ile iyileşme olduğu belirlenmiştir. Renk değerleri beklendiği gibi, kullanılan AP'nin sarımsı-yeşil renginden etkilenmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, 25AP ve 50AP örnekleri görünüş, yapı, buzluluk ve lezzet özellikleri bakımından kontrol örneğine oldukça yakın puanlar almıştır. Panelistler 75AP ve 100AP örneğinde avokado tadının arzu edilmeyecek düzeyde baskın olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmadan elde edilen verilerin tamamı birlikte değerlendirildiğinde, dondurmanın süt yağı içeriğinin %25 veya %50 oranında AP ile ikame edilmesi ile, yağ içeriği azaltılmış, fiziksel özellikleri iyileştirilmiş ve kabul edilebilir duyusal özelliklere sahip bir ürün elde edilebilmesinin mümkün olacağı sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Avokado, duyusal özellik, fiziksel özellik, meyve, reolojik özellik

### Determination of Some Physicochemical, Rheological and Sensory Properties of Reduced Fat Ice Cream Produced with the Addition of Avocado (*Persea americana* Mill.) Puree

#### ABSTRACT

The aim of this study was to produce ice cream suitable for consumption by individuals with various disorders that require a lower fat intake in their daily diet. For this purpose, in ice cream production, milk fat content was replaced with avocado (*Persea americana* Mill.) puree (AP) at various ratios (C-0%, 25AP-25%, 50AP-50%, 75AP-75%, 100AP-100%). According to the results, the consistency index values of the mixes increased significantly with the use of AP, while the flow behavior index values decreased, thus approaching pseudoplastic behavior. The use of AP increased the hardness values of the product and significantly reduced the phase separation values. It was determined that there was an improvement in the melting properties (first dripping time, melting rates at 30, 60, 90 and 120 minutes, and remaining mass rates at the end of 120 minutes) of ice creams with the addition of AP. As expected, the color values were affected by the yellowish-green color of the AP used. According to the sensory evaluation results, samples 25AP and 50AP received very close scores to the control sample in terms of appearance, structure, iciness and taste characteristics. Panelists stated that in samples 75AP and 100AP, the avocado taste was undesirably dominant. When all the data obtained from the study were evaluated together, it was concluded that by replacing the milk fat content of ice cream with 25% or

50% AP, it would be possible to obtain a reduced fat ice cream with improved physical properties and acceptable sensory properties.

**Key words:** Avocado, sensory property, physical property, fruit, rheological property

## GİRİŞ

Dondurma, donmamış haldeki serum fazı içerisinde dağılmış halde bulunan yağ globülleri, buz kristalleri ve hava hücrelerini içeren çok fazlı kompleks bir sistemdir (Goff ve Hartel, 2013). Bu sistem içerisinde bulunan süt yağı, beslenme değeri bakımından önemli bir bileşen olup, sağlıklı bireyler tarafından rahatlıkla tüketilebilmektedir. Ancak, obezite ve kardiyovasküler rahatsızlıklar gibi çeşitli hastalıklara sahip bireylerin, günlük diyetlerinde yağ içeriği düşük gıda ürünlerini tüketmeleri önerilmektedir (Khalil ve Blass, 2015). Dolayısıyla yağ içeriği azaltılmış gıda ürünleri ile ilgili gerçekleştirilen çalışmaların literatürde geniş bir yer kapladığını söylemek mümkündür. Dondurmanın yağ içeriğinin azaltılarak, yerine kırmızı ejder meyvesi (Utpott ve ark., 2020), hurma (Mansour ve ark., 2021), karpuz (Graedrahmati ve ar., 2021), greyfurt (Yu ve ark., 2021) gibi meyvelerin çeşitli kısımlarından elde edilen püre, toz gibi ürünlerin kullanıldığı çalışmaların yanı sıra, inülin (Samakradhamrongthai ve ark., 2021), nişasta (Shenana, 2021),  $\beta$ -Glukan (Aljewicz ve ark., 2020) ve çeşitli gamların (Javidi ve Razavi, 2018) kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur.

Dondurmada bulunan yağ globülleri, ürünün özellikle tekstürel ve duyuşsal özellikleri bakımından kabul edilebilirliğini önemli ölçüde etkilemektedir (Akbari ve ark., 2019). Yağ içeriği azaltılmış dondurmalarda, arzu edilen kremamsı yapının azalması ile birlikte ürünün daha buzlu bir yapıya sahip olması ve ağızda dolgunluk hissinde belirgin bir düşüş olması gibi durumlar, ürünün tüketilebilirliğini azaltmaktadır (Aime ve ark., 2001). Dolayısıyla yağ içeriği azaltılan dondurmalarda çeşitli yağ ikame maddelerinin kullanılması, ürün özelliklerinin korunabilmesi açısından kaçınılmazdır.

Avokado (*Persea americana* Mill.), sağlıklı beslenme için günlük diyetinde yer alması tavsiye edilen bir meyvedir. Özdemir ve ark. (2004), farklı hasat ve olgunlaşma zamanlarına bağlı olarak avokadonun toplam kurumadde, yağ, protein ve kül içeriklerinin sırasıyla %21.88-26.25, %12.22-17.28, %1.63-2.42 ve %0.94-1.27 olduğunu bildirmiştir. Avokadonun karbonhidrat ve lif içerikleri ise sırasıyla %6 ve %1.5 olarak tespit edilmiştir (Knight, 2002). Yağ asitleri kompozisyonunun yaklaşık yarısının oleik asitten oluştuğu ve bunu sırasıyla palmitik asit, linoleik asit ve palmitoleik asitin izlediği, ayrıca iz miktarda stearik asit, linolenik asit ve araşidik asit bulundurduğu ifade edilmektedir (Özdemir ve ark., 2004). Avokadonun, içerdiği diyet lif ve tekli doymamış yağ asitleri sayesinde kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu bir etkisinin olduğu, ayrıca toplam kolesterolün düşürülmesine de yardımcı olduğu bilinmektedir (Ervina ve ark., 2018). Amerikan Kalp Derneği, haftada 1 adet avokado tüketilmesi ile, kardiyovasküler hastalıkların %16, koroner kalp hastalığının ise %21 oranında azaltılabildiğini bildirmiştir (Pacheco ve ark., 2022). Sağlık etkisinin yanı sıra, avokadonun ayrıca, fosfolipitler bakımından zengin olduğu ve içerdiği fosfolipitlerin önemli bir kısmının fosfatidilkolinden oluştuğu bildirilmektedir (Komaç, 2018). Dolayısıyla avokado, bileşiminde bulunan ürünlerin emülsiyon stabilitesinin sağlanabilmesine yardımcı olarak, dondurma gibi ürünlere arzu edilen tekstürel özelliklerinin kazandırılmasına katkıda bulunma potansiyeline sahiptir.

Bu çalışmanın amacı, obezite ve kardiyovasküler rahatsızlıklar gibi hastalıklara sahip olan, günlük diyetinde daha düşük oranda yağ alması gereken bireylerin tüketimine uygun dondurma üretimi gerçekleştirmektir. Bu amaçla, yağ içeriği azaltılmış dondurma üretiminde farklı oranlarda kullanılan avokado püresinin, ürünün çeşitli fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Böylece süt yağı içeriğinin azaltılması ile dondurmada ortaya çıkabilecek çeşitli kusurların, günlük diyetinde yer alması tavsiye edilen avokado püresi ile giderilme olanakları araştırılmaya çalışılmıştır. Bildiğimiz kadarıyla dondurmanın diğer parametreler sabit tutularak, yalnızca süt yağı içeriğinin avokado püresi ile bu çalışmada belirlenen oranlarda ikame edildiği başka bir çalışma bulunmamaktadır.

## MATERYAL ve METOT

### Dondurma Üretimi

Dondurma karışımlarının hazırlanmasında yağsız süttozu (Bakkalbaşoğlu Süt Ürünleri San. ve Tic. A.Ş., Niğde, Türkiye), krema (Açkar Süt Ürünleri Tarım Hayvancılık San. ve Tic. A.Ş., Ankara, Türkiye), toz şeker (Bal Küpü, Ankara, Türkiye) ve ticari stabilizatör-emülgatör karışımı (CREMODAN®, Danisco, Danimarka) kullanılmıştır. Kullanılan krema %60 süt yağı içeriğine, süttozu ise %1 yağ, %0.6 doymuş yağ, %34 protein içeriğine ve 100 g için 353 kcal enerji değerine sahiptir. Ticari stabilizatör-emülgatör karışımı yağ asitlerinin mono ve digliseritleri (E471), selüloz gam (E466), guar gam (E412), karragenan (E407), sodyum aljinat (E401) ve keçiyoynuzu gamı (E410) içermektedir. Üretimde kullanılan avokado püresi (AP), yerel marketten (Ankara, Türkiye) temin edilen

avokadolar olgunlaştırıldıktan sonra, mutfak tipi blenderdan püre haline gelinceye kadar çekilmesi ile elde edilmiştir. Kullanılan avokado püresinin pH değeri, toplam kurumadde, yağ ve kül içerikleri sırasıyla 5.9, %24.19, %14.94 ve %1.63 olarak tespit edilmiştir. Yağsız sütte, krema, stabilizatör-emülgatör karışımı ve avokado püresi, dondurma üretimi gerçekleştirilinceye kadar buzdolabı koşullarında, toz şeker ise oda sıcaklığında saklanmıştır.

Ön denemeler sonucunda belirlenmiş olan dondurma reçetesi, her bir örnek %12 süt yağsız kurumadde, %15 şeker ve %0.5 stabilizatör-emülgatör karışımı içerecek şekilde hazırlanmıştır. Yağ içeriği azaltılan örneklerde (25AP, 50AP, 75AP, 100AP), toplam kurumadde içeriği kontrol (K) örneği ile aynı olacak şekilde (%35), avokado püresinin kurumadde içeriği dikkate alınarak hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Örneklerin süt yağı ve avokado püresi kurumadde içeriği Çizelge 1’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Örneklerin süt yağı ve avokado püresi kurumadde içeriği (%w/w)

Örnekler	Süt yağı	Avokado püresi kurumadde
K (Kontrol)	8	0
25AP	6	2
50AP	4	4
75AP	2	6
100AP	0	8

Bütün hammaddeler karıştırılarak dondurma karışımı hazırlanmış ve karışıma su banyosunda (Lauda, Aqua Line AL 18, Lauda-Königshofen, Almanya) 80°C’de 20 dakika ısıtma işlemi uygulanmıştır. Ardından örnekler 5 dakika boyunca ultraturax (Heidolph, DIAX 900, Schwabach, Almanya) ile homojenize edilmiş ve karışımlar ~20°C’ye soğutulmuştur. Olgunlaşmaya bırakılan (+4°C/20 saat) karışımlar batch tipi dondurma makinesinde (Delonghi, Il Gelataio, ICK5000, Çin) dondurulmuştur. Dondurulan örnekler 80 g’lık ambalajlara doldurularak, analizler öncesi -25°C’de 20 saat boyunca sertleştirmeye bırakılmıştır.

### Örneklerin Analizleri

#### Temel Bileşim ve pH, Titrasyon Asitliği Değerleri

Örneklerin pH değerleri pH-metre (Mettler Toledo, Zürich, İsviçre) ile ölçülmüş (AOAC, 1990), yağ içerikleri ise Gerber yöntemi (AOAC, 1990) ile tespit edilmiştir. Toplam kurumadde (AOAC, 2000) ve kül içerikleri (Goff ve Hartel, 2013) gravimetrik yöntem kullanılarak belirlenmiş, titrasyon asitliği değerleri, karışımların fenoltalein varlığında 0.1 N NaOH kullanılarak asitliklerinin nötrlenmesi sonucu tespit edilen harcama miktarının dikkate alınması ile hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

#### Reoloji

Karışımların kıvam katsayısı (K) ile akış davranış indeksi (n) değerleri reometre (Malvern Kinexus Pro+, Worcestershire, Birleşik Krallık) ile, dinamik reometrik yöntem (2 mm boşluk, 0.1-300 s<sup>-1</sup> kayma hızı aralığı) kullanılarak belirlenmiştir (Kanca ve ark., 2023). +4°C’de gerçekleştirilen analiz sonuçları aşağıda belirtilen eşitliğe dayanarak Herschel-Bulkley modeline uyarlanmıştır:

$$\tau = \tau_0 + K \dot{\gamma}^n \quad (1)$$

$\tau$  = kayma gerilimi (Pa)

$\tau_0$  = akma gerilimi (Pa)

$K$  = kıvam katsayısı (Pa·s<sup>n</sup>)

$\dot{\gamma}$  = kayma hızı (s<sup>-1</sup>)

$n$  = akış davranış indeksi

#### Serum Ayrılması

Örneklerin serum ayrılması analizleri, 100 ml ölçülü beherlere alınan dondurma karışımlarının, 24 saat süre ile +4°C’de bekletilmesi sonucu ayrılan serum hacminin belirlenmesi ile gerçekleştirilmiştir (Goff ve Hartel, 2013).

#### Hacim Artışı

100 ml hacme sahip dondurma karışımı ve dondurmanın ağırlıkları tartılarak, aşağıdaki formül yardımıyla dondurmaların hacim artışları hesaplanmıştır (Goff ve Hartel, 2013):

$$\text{Hacim artışı (\%)} = \left[ \frac{(\text{Dondurma karışımının ağırlığı} - \text{Dondurma ağırlığı})}{(\text{Dondurma ağırlığı})} \right] \times 100 \quad (2)$$

### Erime Özellikleri

Dondurmaların erime özellikleri, Méndez-Velasco ve Goff (2012)'a göre gerçekleştirilmiştir. Analiz başlangıcında dondurma örneklerinin ağırlıkları kaydedilmiş ve delikli paslanmaz çelik tel üzerine aktarılarak oda sıcaklığında (~22°C) erimeye bırakılmıştır. Dondurmaların eriyen kısımları, düzenek altına yerleştirilen beherlerde toplanarak, belirli sürelerde (30, 60, 90 ve 120. Dakikalar) tartılmış ve erime oranları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. İlave olarak örneklerin ilk damlama zamanları (dk) ve 120 dk süre sonunda erimeden kalan kısım tartılarak kalan kütle oranları (%) da hesaplanmıştır.

$$\text{Erime oranı (\%)} = \left( \frac{\text{Eriyen kısmın ağırlığı}}{\text{Dondurmanın ağırlığı}} \right) \times 100 \quad (3)$$

### Renk Özellikleri

Örneklerin renk ölçümleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri) için Konica Minolta marka renk ölçüm cihazı (CR-400, Tokyo, Japonya) kullanılmıştır. Her dondurma örneği için 3 paralel örnekten ve her bir kabin 3 farklı noktasından olmak üzere toplam 9 adet ölçüm gerçekleştirilmiş ve bunların ortalamaları dikkate alınmıştır.

### Sertlik

Dondurma örneklerinin sertlik değerleri, 30 kg'lık yük hücrelerine sahip tekstür analiz cihazı ve 5 mm çaplı silindirik paslanmaz çelik prob (TA.XT Plus, Stable Micro Systems Ltd., Godalming, UK) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümde Akalin ve ark. (2008) tarafından belirtilen parametreler uygulanmıştır. Her örnek için 3 paralel örnekten 3'er adet ölçüm alınmış ve örneklerin sertlik değerleri toplam 9 ölçümün ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

### Duyusal Özellikler

Dondurmaların duyu analizi, xxx akademik personeli ve lisans öğrencilerinden oluşan, günlük diyetlerinde dondurma tüketen 10 kişilik, 22-36 yaş aralığındaki yarı eğitilmiş ve eğitilmiş panelist ekibi tarafından gerçekleştirilmiştir. 3 rakamlı kodlama yapılmış ağızları kapalı şeffaf ambalaj içerisinde panelistlere sunulan yaklaşık 25 g'lık dondurma örnekleri, panelistler tarafından görünüş, yapı ve lezzet özellikleri bakımından "1 çok kötü, 5 çok iyi", buzluluk özelliği bakımından ise "1 hiç yok, 5 aşırı" olacak şekilde 5 puan üzerinden hedonik skala ile değerlendirilmiştir. Panelistlere ayrıca günlük diyetlerinde avokado tüketip tüketmedikleri ve kendilerine sunulan örneklerde avokado tadı algılayıp algılamadıkları, cevaplar "evet" veya "hayır" olacak şekilde sorulmuştur. Panel sırasında örnekler arasında ağızda kalan tadın giderilmesi için panelistlere oda sıcaklığında içme suyu sunulmuştur.

### İstatistiksel Analiz

Toplam kurumadde, yağ, kül, laktik asit, hacim artışı, serum ayrılması, kıvam katsayısı, akış davranış indeksi, sertlik,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , görünüş, yapı, buzluluk, lezzet, ilk damlama ve kalan kütle özellikleri bakımından avokado oranları (0, 2, 4, 6, 8) arasında önemli bir farklılık olup olmadığının belirlenebilmesi için, tesadüf parselleri deneme tertibinde varyans analizi tekniği kullanılmıştır. Erime oranı değişkeni bakımından ise denemede avokado oranları (0, 2, 4, 6, 8) ve zaman (30, 60, 90, 120) faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farkların istatistik açıdan önemli olup olmadığı, tekrarlanan ölçümlü varyans analizi tekniği ile tespit edilmiştir. Tekrarlanan ölçümler, zaman faktörünün seviyelerinde gerçekleştirilmiştir. Tukey testi gruplar arası farklılığı değerlendirmede kullanılmıştır. Deneme başında 1. tip hata olasılığı %5 olarak belirlenmiştir (Winer ve ark., 1971). Analizler IBM SPSS Statistics 23 paket programı ile gerçekleştirilmiştir.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Örneklerin temel bileşimi ile titrasyon asitliği değerleri Çizelge 2'de gösterilmektedir. Reçete oluşturulurken, kullanılacak hammadde miktarları, örneklerin toplam kurumadde içerikleri değişmeyecek şekilde hesaplandığı için, bu özellik bakımından dondurmalar arasında farklılık olmadığı tespit edilmiştir ( $P>0.05$ ). Dondurmaların yağ ve kül içerikleri bakımından ise aralarında farklılık olduğu belirlenmiştir ( $P<0.05$ ). Üretimde kullanılan krema miktarının azalması ve AP miktarının artması ile birlikte, örneklerin toplam yağ içeriklerinin giderek azaldığı tespit edilmiştir. Bu durum, toplam kurumadde içeriği göz önünde bulundurularak ilave edilen pürenin yağ içeriğinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Kül içerikleri bakımından K örneğinin en düşük içeriğe sahip olmasını ise, AP'nin kül içeriğinin, kullanılan kremanın kül içeriğinden daha yüksek olmasına bağlamak mümkündür. Titrasyon asitliği değerleri incelendiğinde ise, en yüksek değere sahip örneğin, en yüksek AP içeriğine sahip örnek olduğu ve püre içeriğinin azalması ile bahsedilen değerlerin de azaldığı görülmektedir. Bu durum, üretimde kullanılan meyvenin asitliğinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 2. Örneklerin titrasyon asitliği değerleri, toplam kurumadde, yağ ve kül içerikleri (n=2)

Örnekler*	Titrasyon asitliği (%laktik asit)	Toplam kurumadde (g/100 g)	Yağ (g/100 g)	Kül (g/100 g)
K	0.26±0.010 <sup>d</sup>	35.41±0.080	8.00±0.000 <sup>a</sup>	1.20±0.060 <sup>b</sup>
25AP	0.30±0.010 <sup>cd</sup>	35.39±0.115	7.20±0.100 <sup>b</sup>	1.30±0.010 <sup>ab</sup>
50AP	0.33±0.010 <sup>bc</sup>	35.42±0.030	6.35±0.050 <sup>c</sup>	1.37±0.005 <sup>a</sup>
75AP	0.36±0.005 <sup>ab</sup>	35.45±0.235	5.60±0.100 <sup>d</sup>	1.43±0.005 <sup>a</sup>
100AP	0.39±0.000 <sup>a</sup>	35.48±0.090	4.70±0.100 <sup>e</sup>	1.45±0.005 <sup>a</sup>

\*Örnek isimlendirmeleri için Çizelge 1'e bakınız.

Aynı sütündeki farklı harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir (P<0.05).

Dondurma karışımlarının kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerleri bakımından aralarında farklılık olduğu tespit edilmiştir (P<0.05) (Çizelge 3). Belirli bir oranın üzerinde kullanılan AP, dondurma karışımlarının kıvam katsayısı değerlerini artırmıştır. 100AP ve 75AP örnekleri sırasıyla en yüksek kıvam katsayısına sahip örnekler olarak tespit edilmiştir. Dondurma karışımının kıvam özellikleri, üretimde kullanılan hammaddeler ile ilişkilidir. Avokado, ~%7 oranında diyet lif içeriğine sahip bir meyve olduğu için (Dreher ve Davenport, 2013), her ne kadar bu çalışmada örneklerin diyet lif içerikleri analiz edilmemiş olsa da, kullanılan AP miktarının artması ile birlikte örneklerdeki diyet lif içeriğinin de artması beklenen bir durumdur. Kullanılan AP'nin örneklerin kıvam katsayısı değerlerini artırmadığını, diyet liflerin su bağlama yeteneğine sahip olması (Chaplin, 2003) ile ilişkilendirmek mümkündür. Ervina ve ark. (2018) ve Moolwong ve ark. (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışma da benzer sonuçlar elde edilmiş ve avokadonun karışım viskozitesini artırdığı belirtilmiştir. Yazarlar ayrıca, avokadonun içerdiği şekerden dolayı karışımın toplam şeker içeriğinin artmasına bağlı olarak daha viskoz bir yapı elde edilmiş olabileceğini bildirmişlerdir.

Akış davranış indeksi, akışkanların Newtonian davranışa ne kadar yakın olduğunu göstergesidir (Akalın ve ark., 2007). Çizelge 3 incelendiğinde, bütün karışımların akış davranış indekslerinin 1'in altında olduğu ve örneklerdeki AP miktarının artması ile birlikte bu değerde bir azalma olduğu görülmektedir. Bu durum, çalışmada incelenen bütün karışımların, dondurma karışımları için karakteristik olan psödoplastik davranış özelliğine sahip olduğunu ve AP içeriğinin artmasına bağlı olarak karışımların Newtonian özellikten daha fazla uzaklaştığını göstermektedir. Khalil ve Blassy (2015) de benzer şekilde, dondurmadaki avokado miktarının artması ile birlikte akış davranış indeksi değerlerinde bir düşüş görüldüğünü tespit etmiştir.

Serum ayrılması değerleri bakımından örnekler arasında istatistik açıdan farklılık olduğu (P<0.05) ve K örneği %18.5, 25AP örneği %11 serum ayrılması oranına sahipken, AP içeriği en yüksek diğer üç örnekte ise herhangi bir serum ayrılması görülmediği tespit edilmiştir (Çizelge 3). Dondurmada görülebilen önemli yapısal kusurlardan biri olan serum ayrılması, emülsiyon stabilitesini sağlayabilecek çeşitli bileşenlerin kullanımı ile engellenebilmektedir (Goff ve Hartel, 2013). Avokado, bu bileşenlerden biri olan fosfolipitleri önemli miktarda içeren bir meyvedir (Züge ve ark., 2017). Komaç (2018) tarafından avokado püresi kullanılarak mayonez üretimi gerçekleştirilen bir çalışmada, kullanılan avokado püresinin %2.36 oranında fosfolipit içerdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, fosfolipitler içerisinde daha yüksek emülsiyon kapasitesine sahip fosfatidilkolin içeriğinin, avokadonun toplam fosfolipit içeriğinin yaklaşık 1/3'ünü oluşturduğu bildirilmektedir (Takenaga ve ark., 2008). Fosfolipitler, amfifilik karakterlerinden dolayı yüzey gerilimini azaltmakta, ayrıca süt proteinleri ile interaksiyona girerek oluşturdukları yapı sayesinde su tutma kapasitesini artırmakta, serum ayrılmasını azaltmaktadır (Pichot ve ark., 2013; Özsungur ve ark., 2022). Ek olarak, örneklerin viskozite özelliklerinin tartışıldığı kısımda belirtildiği gibi, avokadonun içerdiği diyet liflerin de su tutma kapasitesini artırdığı göz önünde bulundurulduğunda, bu çalışmada AP kullanımı ile serum ayrılmasının azaltılmış olmasının, temelde kullanılan meyvenin içerdiği fosfolipitlerden ve diyet liflerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tespit edilen hacim artış değerlerinin tamamının %50'nin altında olduğu görülmekle birlikte, bahsedilen özellik bakımından dondurmalar arasında istatistik açıdan farklılık bulunmaktadır (P<0.05) (Çizelge 3). Dondurmaların AP içeriğinin artması ile, hacim artış değerlerinde belirgin bir düşüş olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Ervina ve ark. (2018) ile (Moolwong ve ark. (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda, avokado içeren dondurmaların hacim artış değerleri kontrol örneğinden daha düşük bulunmuş ve bu değer avokado miktarının artmasıyla giderek azalmıştır. Bu durum muhtemelen, dondurma işlemi sırasında oluşan hava fazının stabilitesinin sağlanmasında süt yağının büyük etkisinin olmasından kaynaklanmaktadır (Goff ve ark.,

1999). AP miktarının artması ve süt yağı içeriğinin azalmasıyla, ürünlerdeki hava fazının stabilitesinin korunmasının güçleştiği, böylece dondurmaların hacim artış değerlerinin azaldığı düşünülmektedir.

Çizelge 3 incelendiğinde, örneklerin AP içeriklerindeki artış ile birlikte sertlik değerlerinin de arttığı tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). Dondurmanın sertlik özelliği, karışım viskozitesi ile yakından ilişkilidir. Dondurma karışımı viskozitesi, dondurmanın donmamış kısmının viskozite ölçümü olarak değerlendirilmekte ve viskozitedeki artış ile birlikte son ürünün sertlik değerinde de bir artış görüldüğü belirtilmektedir (Muse ve Hartel, 2004). Bu çalışmada da kıvam katsayısı değerlerinin artışı ile birlikte (Çizelge 3), örneklerin sertlik değerleri de artmıştır. Dondurmanın sertlik değerini etkileyen bir başka unsur da hacim artış oranıdır. Daha fazla hacim artışına bağlı olarak son ürünün sertlik değerinde düşüş görüldüğü bildirilmektedir (Muse ve Hartel, 2004; Sofjan ve Hartel, 2004). Bu durum, yüksek hacme sahip fazın, sertlik ölçümü sırasında uygulanan kuvvete karşı direncinin daha düşük olmasından ileri gelmektedir (Hartel ve ark., 2003). Nitekim bu çalışmada da, hacim artışı daha düşük bulunan örneklerin daha yüksek sertlik değerlerine sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Dondurmada sertlik değerini etkileyen bir diğer faktör ise yağ içeriğidir. Dondurma karışımının yağ içeriğinin azaltılması ile birlikte buz kristallerinin oluşumunun arttığı, dolayısıyla son ürünün daha sert bir yapıya sahip olduğu bildirilmektedir (Akbari ve ark., 2019). Dolayısıyla daha yüksek oranda AP içeren örneklerin daha yüksek sertlik değerine sahip olmasının bir başka sebebi de, muhtemelen bu örneklerdeki yağ içeriğinin daha düşük olmasıdır (Çizelge 2). Ek olarak, benzer sonuçların bulunduğu bir diğer çalışmada (Moolwong ve ark., 2023), yazarlar bu durumu dondurmada kullanılan avokadonun içerdiği liflerin su moleküllerini bağlama yeteneğinden dolayı, dondurmanın sertliğini artıran bir jel yapı oluşumunu desteklemesi ile ilişkilendirmişlerdir.

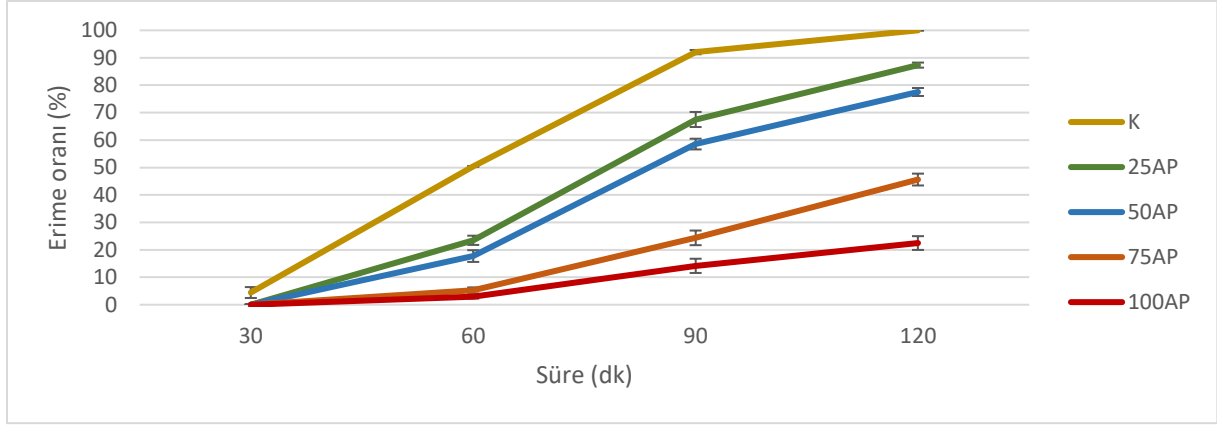
Çizelge 3. Örneklerin kıvam katsayısı (K), akış davranış indeksi (n), serum ayrılması, hacim artışı ve sertlik değerleri (n=2)

Örnekler*	K (Pa.s)	n	Serum ayrılması (%)	Hacim artışı (%)	Sertlik (g)
K	0.19±0.010 <sup>c</sup>	0.75±0.010 <sup>a</sup>	18.5±1.50 <sup>a</sup>	41.23±2.270 <sup>a</sup>	8879±334.0 <sup>c</sup>
25AP	0.40±0.040 <sup>c</sup>	0.69±0.025 <sup>a</sup>	11.0±1.00 <sup>b</sup>	29.93±1.400 <sup>b</sup>	9778±399.0 <sup>bc</sup>
50AP	0.76±0.010 <sup>c</sup>	0.60±0.005 <sup>b</sup>	0±0.00 <sup>c</sup>	24.30±2.720 <sup>bc</sup>	12223±229.0 <sup>ab</sup>
75AP	2.03±0.010 <sup>b</sup>	0.45±0.015 <sup>c</sup>	0±0.00 <sup>c</sup>	20.41±0.635 <sup>bc</sup>	12477±400.0 <sup>ab</sup>
100AP	3.76±0.285 <sup>a</sup>	0.39±0.000 <sup>c</sup>	0±0.00 <sup>c</sup>	15.63±1.300 <sup>c</sup>	14347±853.0 <sup>a</sup>

\*Örnek isimlendirmeleri için Çizelge 1'e bakınız.

Aynı sütündeki farklı harfler örnekler arasındaki farklılığı önemli olduğunu ifade etmektedir ( $P<0.05$ ).

Dondurma örneklerinin 120 dk boyunca 30 dk aralıklarla ölçülen erime oranları Şekil 1'de, ilk damlama zamanları ile kalan kütle oranları ise Çizelge 4'te gösterilmektedir ( $P<0.05$ ). Dondurmanın erime özellikleri, karışım viskozitesi ile yakından ilişkilidir. Yüksek viskoziteye sahip karışımlardan üretilen dondurmaların erimeye karşı daha fazla direnç gösterebildiği belirtilmektedir (Bahramparvar ve ark., 2009). Bu durum, ortam sıcaklığının etkisiyle eriyen buz kristallerinin, yüksek viskoziteli serum fazı ile karışması sonucu oluşan sıvı fazın daha yoğun bir kıvama sahip olmasından dolayı erimenin gecikmesinden kaynaklanmaktadır (Muse ve Hartel, 2004). Nitekim en düşük kıvam katsayısına sahip K örneği (Çizelge 3), 15.5 dk ile ilk damlama süresi en kısa örnek olup, daha yüksek kıvam katsayısına sahip AP içeren örneklerin (Çizelge 3) tamamı 30. dakikadan sonra erimeye başlamıştır. 60, 90 ve 120. dakikalarda, örneklerdeki AP miktarının artması ile birlikte erime oranının azaldığı tespit edilmiştir. İlave olarak, K örneği 120 dk süre içerisinde tamamen erirken, örneklerin içerdiği AP miktarının artması ile birlikte bu süre sonunda kalan kütle oranlarının da giderek arttığı belirlenmiştir. Yüksek dondurma karışımı viskozitesinin yanı sıra, bileşimde yer alan emülgatörlerin de dondurmanın erime direncini artırdığı bildirilmektedir (Goff ve Hartel, 2013). Dolayısıyla, daha önce belirtildiği gibi avokadonun önemli oranda fosfolipit içeriyor olmasının, örneklerin erime özelliklerinin iyileşmesine katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde Khalil ve Blass (2015) ile Moolwong ve ark. (2023), dondurmalarındaki avokado miktarının artması ile örneklerin erime oranlarının düştüğünü tespit etmişlerdir.



Şekil 1. Örneklerin 120 dk süre boyunca erime oranları (%)

\* Örnek isimlendirmeleri için Çizelge 1'e bakınız.

Çizelge 4. Örneklerin ilk damlama zamanları ve kalan kütle oranları (n=2)

Örnekler*	İlk damlama zamanı (dk)	Kalan kütle (%)
K	15.5±1.50 <sup>b</sup>	0.00±0.000 <sup>e</sup>
25AP	37.0±3.00 <sup>a</sup>	12.67±0.920 <sup>d</sup>
50AP	38.0±3.00 <sup>a</sup>	22.47±1.450 <sup>c</sup>
75AP	43.0±2.00 <sup>a</sup>	54.38±2.160 <sup>b</sup>
100AP	47.0±2.00 <sup>a</sup>	77.52±2.510 <sup>a</sup>

\*Örnek isimlendirmeleri için Çizelge 1'e bakınız.

Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir (P&lt;0.05).

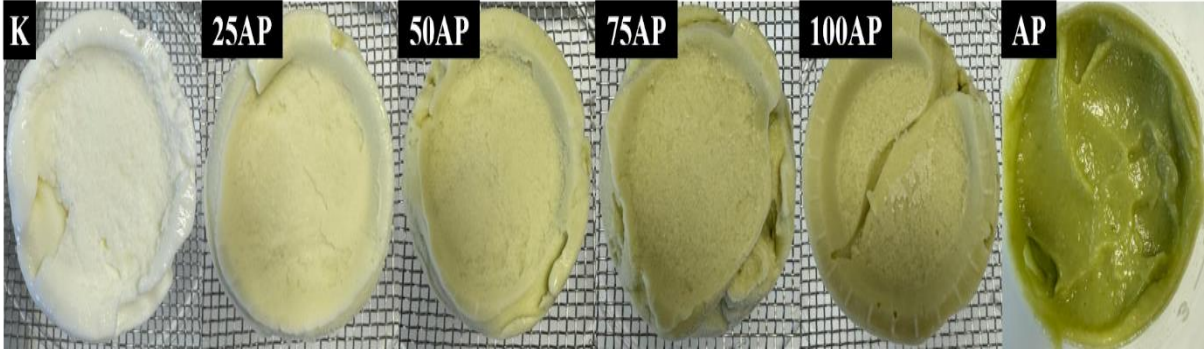
Çizelge 5'te görüldüğü gibi, renk değerleri bakımından dondurma örneklerinin arasında farklılık olduğu tespit edilmiştir (P<0.05). Örneklerin içerdiği AP miktarının artması ile birlikte örneklerin  $L^*$  değerlerinin (parlaklık) azaldığı,  $a^*$  değerlerinin ise 0'dan uzaklaştığı, bir başka ifade ile yeşil renge doğru yaklaştığı belirlenmiştir.  $b^*$  değerleri incelendiğinde ise, AP miktarının artışı ile bu değer giderek arttığı, örneklerin renkleri mavi renkten uzaklaşıp sarı renge daha çok yaklaştığı görülmüştür. Örneklerin sahip olduğu  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde görülen bu değişim, beklendiği gibi içerdikleri sarımsı yeşil renkli AP'den (Şekil 2) kaynaklanmaktadır. Şekil 2'de de görülebildiği gibi, örnekler arasındaki renk farklılıkları gözle ayırt edilebilecek düzeydedir.

Çizelge 5. Örneklerin renk değerleri (n=2)

Örnekler*	$L^*$	$a^*$ (-)	$b^*$
K	90.09±0.575 <sup>a</sup>	2.49±0.075 <sup>c</sup>	9.35±0.120 <sup>c</sup>
25AP	84.03±1.450 <sup>ab</sup>	4.37±0.410 <sup>b</sup>	15.08±0.730 <sup>b</sup>
50AP	78.84±1.170 <sup>b</sup>	5.10±0.090 <sup>ab</sup>	17.39±0.305 <sup>ab</sup>
75AP	69.73±1.270 <sup>c</sup>	5.51±0.145 <sup>a</sup>	18.16±0.315 <sup>a</sup>
100AP	66.02±0.655 <sup>c</sup>	6.80±0.290 <sup>a</sup>	19.46±0.385 <sup>a</sup>

\* Örnek isimlendirmeleri için Çizelge 1'e bakınız.

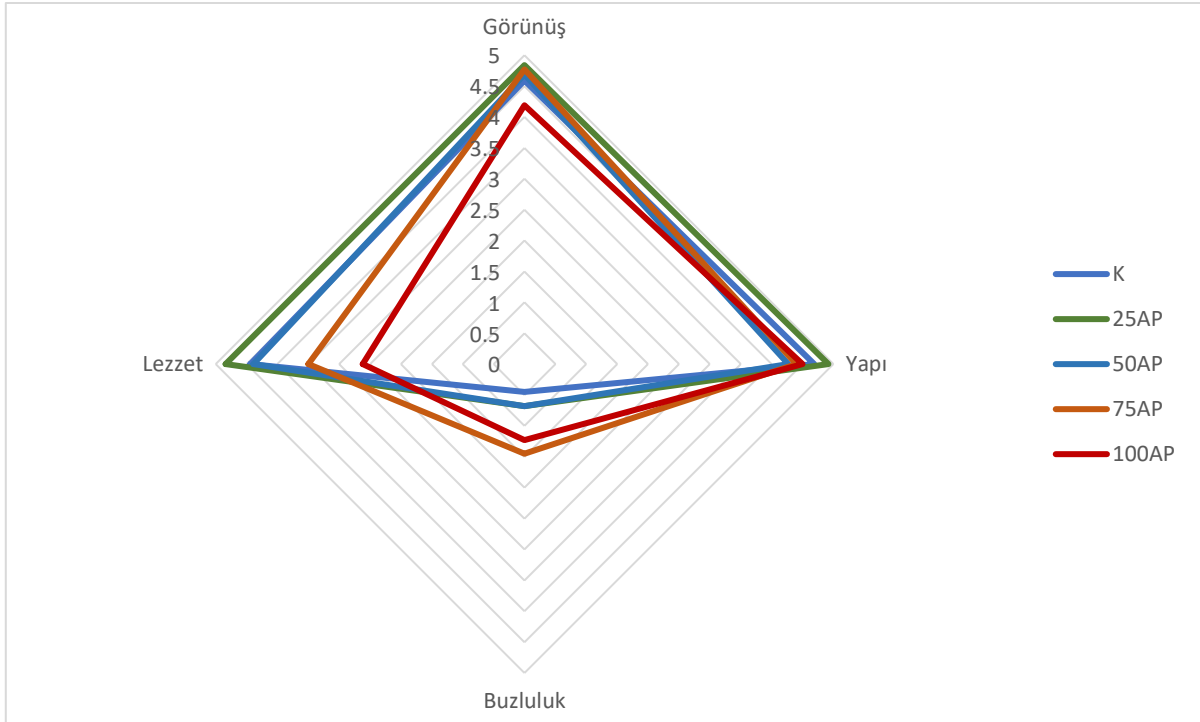
Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir (P&lt;0.05).



Şekil 2. Dondurma örnekleri ve üretimde kullanılan avokado püresi (AP)

\*Örnek isimlendirmeleri için Çizelge 1'e bakınız.

Gerçekleştirilen duysal değerlendirme sonuçlarına göre, incelenen özellikler bakımından dondurma örnekleri arasında istatistik açıdan farklılık olduğu belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ) (Şekil 3). Görünüş özelliği bakımından her ne kadar örneklerin tamamı 4'ün üzerinde puanlar almış olsa da, 100AP örneği 4.19 ile en düşük puanı almıştır. Yapı özelliği bakımından benzer şekilde bütün örnekler kabul edilebilir düzeyde, bir başka ifade ile 4'ün üzerinde puanlar almış olup, en yüksek puanları K ve 25AP örneklerinin aldığı belirlenmiştir. En fazla buzluğa sahip örnekler ise 75AP ve 100AP örnekleri olmuş, diğer örneklerin panelistler tarafından çok daha az buzlu yapıda olduğu belirtilmiş ve bu üç örnek (K, 25AP, 50AP) bu özellik bakımından 1'in altında puanlar almıştır. Görünüş, yapı ve buzluluk özellikleri bir arada değerlendirildiğinde, en yüksek AP içeriğine sahip örneklerin, panelistler tarafından daha az tercih edildiğini söylemek mümkündür. Dondurmada buzlu yapı, tüketiciler tarafından istenmeyen bir özellik olup, ürünün daha kremamsı bir yapıya sahip olması tercih edilmektedir (Aime ve ark., 2001; Goff ve Hartel, 2013). Ayrıca buzlu yapı, aynı zamanda ürünün görünüş özelliğini ve genel tekstürel yapısını da doğal olarak etkilemektedir. Bu çalışmada buzluluk özelliği bakımından daha düşük puanlar alan örnekler, aynı zamanda görünüş ve yapı özellikleri bakımından da daha düşük puanlar almıştır. Dolayısıyla bu üç özellik bakımından elde edilen sonucu, daha düşük süt yağı ve daha yüksek AP içeren örneklerin temelde daha buzlu yapıya sahip olmalarına bağlamak mümkündür.



Şekil 3. Örneklerin duysal özellikleri (n=2)

\*Örnek isimlendirmeleri için Çizelge 1'e bakınız.

Lezzet özelliği bakımından, K, 25AP ve 50AP örnekleri 4'ün üzerinde, 75AP ve 100AP örnekleri ise sırasıyla 3.50 ve 2.62 puan almışlardır. Günlük diyetinde avokado tüketmediğini belirten panelistler dahil bütün panelistler



25AP ve 50AP örneklerinde avokado tadını almadıklarını, ancak 75AP ve 100AP örneklerinde avokado tadının çok baskın algılandığını bildirmişlerdir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER


Elde edilen sonuçlara göre, AP kullanımı ile örneklerin kıvam katsayısı ve sertlik değerlerinde artış, hacim artışında ise düşüş olduğu belirlenmiştir. En yüksek AP içeriğine sahip üç örnekte serum ayrılması tamamen önlenememiştir. AP içeriğinin artışıyla birlikte, dondurmaların erime özelliklerinde de önemli ölçüde iyileşme olduğu kaydedilmiş, renk değerleri ise kullanılan pürenin sarımsı-yeşil renginden etkilenmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, 25AP ve 50AP örnekleri, incelenen özellikler bakımından kontrol örneğine yakın puanlar almıştır. 75AP ve 100AP örneklerinde ise avokado tadının istenmeyecek düzeyde yoğun algılandığı bildirilmiştir. Elde edilen bütün sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, dondurma üretiminde süt yağı içeriğinin %25 veya %50'lik kısmının AP ile ikame edilebileceği, böylece daha az yağlı, fiziksel özellikleri iyileştirilmiş ve günlük diyetinde yer alması tavsiye edilen avokado sayesinde daha yüksek besleyici değere sahip bir ürün elde edilebileceği sonucuna varmak mümkündür.


**Teşekkür:** Araştırma sonuçlarının istatistik analizlerinin gerçekleştirilmesinde katkı sunan Dr. Rabia Albayrak Delialioğlu'na teşekkür ederiz.


**Çıkar Çatışması Beyanı:** Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti:** Bu çalışma, Hülya Nur Doğanç, Naim Alper Kırmızı ve Ali Köksal'ın, Nazlı Kanca danışmanlığında yürütülen lisans bitirme tezi sonuçlarını içermektedir. Hülya Nur Doğanç, Naim Alper Kırmızı ve Ali Köksal çalışmada gerçekleştirilen üretim ve analizlerde görev almıştır. Nazlı Kanca, çalışmanın planlanması ve yürütülmesi süreci ile, üretim, analizler, sonuçların değerlendirilmesi ve makalenin yazımını gerçekleştirmiştir. Bu çalışma için herhangi bir kurum veya kuruluştan destek alınmamıştır.

## YAZAR ORCID NUMARALARI

Hülya Nur Doğanç  <https://orcid.org/0009-0002-0764-758X>

Naim Alper Kırmızı  <https://orcid.org/0009-0004-9683-0283>

Ali Köksal  <https://orcid.org/0009-0000-6765-762X>

Nazlı Kanca  <https://orcid.org/0000-0002-4219-8903>

## KAYNAKLAR

- Aime, D.B., Arntfield, S.D., Malcolmson, L.J. ve Ryland, D. 2001. Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. *Food Research International*, 34 (2-3): 237-246.
- Akalın, A.S., Karagözlü, C. ve Ünal, G. 2008. Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research and Technology*, 227 (3): 889-895.
- Akbari, M., Eskandari, M.H. ve Davoudi, Z. 2019. Application and functions of fat replacers in low-fat ice cream: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 86: 34-40.
- Aljewicz, M., Florczuk, A. ve Dabrowska, A. 2020. Influence of  $\beta$ -glucan structures and contents on the functional properties of low-fat ice cream during storage. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 70 (3): 233-240.
- AOAC (1990). *Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists*. 15th Edition, Washington DC, USA, 684 s.
- AOAC (2000). *International Official Methods of Analysis*. 17th Edition, Washington DC, USA, 2200 s.
- Bahramparvar, M., Khodaparast, M.H.H. ve Razavi, S.M.A. 2009. The effect of *Lallemantia royleana* (Balangu) seed, palmate-tuber salep and carboxymethylcellulose gums on the physicochemical and sensory properties of typical soft ice cream. *International Journal of Dairy Technology*, 62 (4): 571-576.
- Chaplin, M.F. 2003. Fibre and water binding. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62 (1): 223-227.
- Dreher, M.L. ve Davenport, A.J. 2013. Hass avocado composition and potential health effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53 (7): 738-750.
- Ervina, E., Surjawan, I. ve Abdillah, E. 2018. The potential of avocado paste (*Persea americana*) as fat substitute in non-dairy ice cream. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 102 (1): 012006.
- Goff, H.D. ve Hartel, R.W. 2013. *Ice Cream*. 7th Edition, Springer Science+Business Media, New York, USA, 462 s.

- Goff, H.D., Verespej, E. ve Smith, A.K. 1999. A study of fat and air structures in ice cream. *International Dairy Journal*, 9 (11): 817-829.
- Ghaedrahmati, S., Shahidi, F., Roshanak, S. ve Nassiri Mahallati, M. 2021. Application of jaban watermelon exocarp powder in low-calorie ice cream formulation and evaluation of its physicochemical, rheological, and sensory properties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45 (9): e15768.
- Hartel, W.R., Muse, M. ve Sofjan, R. 2003. Effect of structural attributes on hardness and melting rate of ice cream. IDF International Symposium on Ice Cream, 14-16 Mayıs, Selanik, s. 124-139.
- Javidi, F. ve Razavi, S.M. 2018. Rheological, physical and sensory characteristics of light ice cream as affected by selected fat replacers. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12: 1872-1884.
- Kanca, N., Baş, B., Delialioğlu, R.A. ve Gürsoy, A. 2023. Physical properties and bacterial viability of functional ice cream enriched with kefir. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 70 (3): 293-301.
- Khalil, R.A.M. ve Blassy, K.I. 2015. Development of low fat ice cream flavoured with avocado fruit pulp. *Egyptian Journal of Dairy Science*, 43: 177-188.
- Knight, R.J. 2002. History, distribution and uses. "Alınmıştır: *The Avocado: Botany, Production and Uses*. (eds) Wiley, A.W., Schaffer, B. ve Wolstenholme B.N., Cab International Publishing, Wallingford, UK, 1-14.
- Komaç, F. 2018. Düşük kolesterol ve yağ içerikli mayonez üretiminde avokado püresinin kullanım olanaklarının araştırılması. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Mansour, A.I., Ahmed, M.A., Elfaruk, M.S., Alsaleem, K.A., Hammam, A.R. ve El-Derwy, Y.M. 2021. A novel process to improve the characteristics of low-fat ice cream using date fiber powder. *Food Science & Nutrition*, 9 (6): 2836-2842.
- Moolwong, J., Klinthong, W. ve Chuacharoen, T. 2023. Physicochemical properties, antioxidant capacity, and consumer acceptability of ice cream incorporated with avocado (*Persea americana* Mill.) pulp. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 73 (3): 289-296.
- Muse, M.R. ve Hartel, R.W. 2004. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of Dairy Science*, 87: 1-10.
- Özdemir, F., Topuz, A., Demirkol, A. ve Gölükçü, M. 2004. Hasat zamanı ve hasat sonrası olgunluğa bağlı olarak bazı avokado (*Persea americana* Mill) çeşitlerinin bileşimindeki değişimler. *Gıda*, 29 (2): 177-183.
- Özşungur, E.D., Kanca, N. ve Gürsoy, A. 2022. Farklı oranlarda yayıkaltı tozu kullanılarak üretilen dondurmaların bazı özellikleri. *Gıda*, 47 (4): 591-603.
- Pacheco, L.S., Li, Y., Rimm, E.B., Manson, J.E., Sun, Q., Rexrode, K., Hu, F.B. ve Guasch-Ferré, M. 2022. Avocado consumption and risk of cardiovascular disease in US adults. *Journal of the American Heart Association*, 11 (7): e024014.
- Pichot R., Watson R.L. ve Norton I.T. 2013. Phospholipids at the interface: Current trends and challenges. *International Journal of Molecular Sciences*, 14 (6): 11767-94.
- Samakradhamrongthai, R.S., Jannu, T., Supawan, T., Khawsud, A., Aumpa, P. ve Renaldi, G. 2021. Inulin application on the optimization of reduced-fat ice cream using response surface methodology. *Food Hydrocolloids*, 119: 106873.
- Shenana, M.E. (2021). Improving the quality of low-fat ice cream using some fat replacers. *Annals of Agricultural Science*, Moshtohor, 59(5), 463-472.
- Sofjan, R.P. ve Hartel, R.W. 2004. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. *International Dairy Journal*, 14 (3): 255-262.
- Takenaga, F., Matsuyama, K., Abe, S., Torii, Y. ve Itoh, S. 2008. Lipid and fatty acid composition of mesocarp and seed of avocado fruits harvested at northern range in Japan. *Journal of Oleo Science*, 57 (11): 591-597.
- Utpott, M., Ramos de Araujo, R., Galarza Vargas, C., Nunes Paiva, A.R., Tischer, B., de Oliveira Rios, A. ve Hickmann Flôres, S. 2020. Characterization and application of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel powder as a fat replacer in ice cream. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44 (5): e14420.
- Winer, B.J., Brown, D.R. ve Michels, K.M. 1971. *Statistical Principles in Experimental Design*, Vol. 2. McGraw-Hill, New York, 1048 s.
- Yu, B., Zeng, X., Wang, L. ve Regenstien, J.M. 2021. Preparation of nanofibrillated cellulose from grapefruit peel and its application as fat substitute in ice cream. *Carbohydrate Polymers*, 254: 117415.
- Züge, L.C.B., Maievas, H.A., Silveira, J.L.M., da Silva, V.R. ve de Paula Scheer, A. 2017. Use of avocado phospholipids as emulsifier. *LWT*, 79: 42-51.