



**STEVIA REBAUDIANA EKSTRAKTI İLE TATLANDIRILMIŞ VEGAN
DONDURMANIN FİZİKSEL VE DUYUSAL KALİTE ÖZELLİKLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Emine OLUM^{1*}, Hilal ATA², Arhan UZUN¹, Elvan SÖNMEZ¹

¹İstanbul Medipol Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları
Bölümü, İstanbul, Türkiye

²Maysa Gıda Ar-Ge Merkezi, Tuzla-İstanbul, Türkiye

Geliş /Received 26.03.2024; Kabul /Accepted: 14.01.2025; Online baskı /Published online: 28.01.2025

Olum, E., Ata, H., Uzun, A., Sönmez, A. (2025). *Stevia rebaudiana* ekstraktı ile tatlandırılmış vegan dondurmanın fiziksel ve duyuşal kalite özelliklerinin değerlendirilmesi. *GIDA* (2025) 50 (1) 74-86 doi: 10.15237/ gida.GD24035

Olum, E., Ata, H., Uzun, A., Sönmez, A. (2025). *Evaluation of the physical and sensory quality characteristics of vegan ice cream sweetened with Stevia rebaudiana*. *GIDA* (2025) 50 (1) 74-86 doi: 10.15237/ gida.GD24035

ÖZ

Dondurma besin değeri yüksek bir sütlü tatlı olmasına rağmen veganlar, süt alerjisi olan bireyler ve içerdiği yüksek rafine şeker sebebiyle diyabetik hastalar tarafından tüketilemeyen bir gıdadır. Bu çalışmada, *Stevia rebaudiana* ve bitki sütü alternatifi olarak yulaf kullanılarak şekeriz ve şekeri azaltılmış vegan dondurmalar geliştirmek hedeflenmiştir. Vegan ve şekeriz dondurmalar, chia tohumu, stabilizatör, stevia ve yulaf sütü kullanılarak kabul edilebilir duyuşal ve tekstürel özellikler elde etmek amacıyla formüle edilmiştir. Analizler, sakkarozun °Brix değerini artırırken erime direncini azalttığını ortaya koymuştur. Stabilizatörlerin hacim artışı ve viskozite üzerinde olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Ancak stevia'nın tatlandırıcı olarak kullanımının tatlılık ve diğer duyuşal özellikleri olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Chia tohumu ve stevia kombinasyonunun erime oranı ve hacim artışı üzerinde iyileştirici etkiler sağladığı görülmüştür. Sonuçlar, chia ve stevia'nın duyuşal kalite üzerinde olumsuz sonuçlar duyurmasına rağmen fiziksel kaliteyi iyileştirdiğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Chia tohumu, endüstriyel stabilizatör, hacim artış oranı, erime direnci, duyuşal analiz

**EVALUATION OF THE PHYSICAL AND SENSORY QUALITY
CHARACTERISTICS OF VEGAN ICE CREAM SWEETENED WITH STEVIA
REBAUDIANA**

ABSTRACT

Ice cream is a nutrient-dense dairy dessert, but it is not suitable for vegans, individuals with milk allergies, or diabetic patients due to its high refined sugar content. This study aims to develop sugar-free and reduced-sugar vegan ice creams using *Stevia rebaudiana* and oat milk as a plant-based alternative to dairy. Vegan and sugar-free ice creams were formulated using chia seeds, stabilizers,

* Sorumlu yazar / Corresponding author

✉: eolum@medipol.edu.tr

☎: (+90) 0543 381 72 10

Emine Olum; ORCID no: 0000-0002-7188-817X

Hilal Ata; ORCID no: 0009-0002-6093-0245

Arhan Uzun; ORCID no: 0009-0009-5301-598

Elvan Sönmez; ORCID no: 0009-0008-5561-9501

stevia, and oat milk to achieve desirable sensory and textural properties. The analysis revealed that sucrose increased the °Brix value while reducing the melting resistance. Stabilizers had a positive effect on overrun and viscosity. However, the use of stevia as a sweetener decreased the sweetness and other sensory attributes. The combination of chia seeds and stevia ensured improvements in melting rate and overrun. The results indicated that, although chia and stevia had negative effects on sensory quality, they improved the physical quality.

Keywords: Chia seed, industrial stabilizer, overrun, melting resistance, sensory evaluation

GİRİŞ

Son yıllarda dünya genelinde gıda tercihi, yeme içme alışkanlıkları ve beslenme biçimlerinde hızlı değişimler gerçekleşmiştir. Gerek yiyecek ve içecek sektörü gerekse gıda üretimi yapan firmaların bu değişimlere cevap vermeye yönelik yenilikçi ürün geliştirme çalışmaları yapması, değişen tüketici taleplerini karşılamak ve piyasada tutunmak için adeta bir gereklilik haline gelmiştir.

Beslenme alışkanlıklarındaki değişimin temelinde, sürdürülebilirlik kaygısı, hayvan refahı, sağlık endişeleri ve gıda alerjileri gibi faktörler yer almakta ve bu durum geleneksel olan hayvansal gıdaların da yer aldığı diyet alışkanlığının bitki kökenli alternatifler yönünde değişim yaşaması sonucunu doğurmuştur. Hayvansal gıda üretim tesisleri biyoçeşitliliğin tehlikeye girmesi, sera gazı emisyonunun artışı gibi sonuçlar yanında atık yönetiminin yetersizliği sebebiyle yer altı sularının kirlenmesine sebep olarak çevreye büyük oranda zarar vermektedir. Hayvansal gıda üretim tesislerinin sera gazı emisyonunun tüm taşımacılık sisteminin gaz salınımindan daha yüksek bir yüzdeye sahip olduğu belirtilmektedir (Judge ve Wilson, 2015; Goldstein vd., 2016; Saari vd., 2021). Alternatif bitki bazlı ürün pazarı tüketicilerin hayvan refahı, çevresel sürdürülebilirlik ve sağlık açısından bilinç düzeylerinin artmasıyla birlikte büyüme göstermiştir (Ulhas vd., 2023). Küresel vegan gıda pazarının büyüklüğü 2023 yılında 27 milyar dolara ulaşırken bunun 2032 ye kadar 64 milyar dolara ulaşması beklenmektedir (Expert market research, 2023). Artan bu talebe karşın özellikle ülkemizde gerek perakende satış gerekse yiyecek içecek sektörünün diğer kollarında vegan ürün çeşitliliğinin azlığı ve var olan ürünlerin duyu kalitesinin yetersizliği dikkat çekmektedir. Özellikle hayvansal gıdaların önemli bir bileşen olduğu sütlü tatlılar, dondurma, peynir, et ve et ürünleri gibi ürünlerde yeterli bitki alternatiflerin

bulunmaması, artan talebi karşılamak adına ürün geliştirme çalışmalarını gerekli kılmaktadır. Son yıllarda bitki bazlı hammaddelerin ve gıda ingredivenlerinin ürün geliştirme çalışmalarında kullanımı ile vegan ürünlerin pazar potansiyeli ortaya koyulmuştur (Väkeväinen vd., 2020; Shim vd., 2021; Boukid vd., 2022; Kale vd., 2022; Puangwerakul vd., 2022). Popülerleşen bitki bazlı gıda alternatiflerinden biri de vegan dondurmadır. 2025'e kadar dünya genelinde vegan dondurma pazarının 1.2 milyar dolara ulaşacağı tahmin edilmektedir (Bullock vd., 2020). Pazarın büyüme potansiyeline rağmen vegan dondurma veya donmuş tatlı formülasyonu geliştirilmesine yönelik kısıtlı sayıda çalışma mevcuttur (Medeiros vd., 2019; Kot vd., 2021; Anwar vd., 2022; Beegum vd., 2022; Craig ve Brothers, 2022; Mendonça vd., 2022; Erem vd., 2023; Hidas vd., 2023).

Tüketici bilicinin artmasıyla insan sağlığını korumaya ve sağlıklı yaşamı sürdürme hedefine yönelik beslenme alışkanlıklarında meydana gelen değişimler, diyetle rafine şeker kullanımını azaltmayı veya tamamen ortadan kaldırmayı da kapsamaktadır. Küresel düzeyde hızla artan ve önemli bir sorun olarak görülen diyabet, yaşam tarzı ve beslenme alışkanlıkları ile yakından ilişkilidir. 2030 yılına kadar dünya genelinde diyabetli hasta sayısının 430 milyona ulaşması beklenmektedir (Shaw vd., 2010; Bobiş vd., 2017). Dünya sağlık örgütü dış hastalıkları, diyabet ve kalp-damar hastalıkları riskinin azaltılması açısından diyetle alınan basit şeker miktarının azaltılmasını tavsiye etmektedir (WHO, 2015). Diyetle alınan şeker miktarını azaltmaya yönelik yaklaşımların başında kalorisi olmayan doğal veya yapay tatlandırıcıların kullanımı gelmektedir. 2023 yılı Dünya Sağlık Örgütü'nün yayınladığı raporda şeker olmayan gıda tatlandırıcılarının (acesulfame K, aspartam, advantame, siklamat, neotame, sakarin, sukraloz, stevia ve stevia türevleri) kilo

alımını azaltma ve bir takım kronik hastalıkları önlemeye yönelik etkisiz veya tersi yönde bir etki göstermesi sebebiyle kullanımını tavsiye edilmemiştir (WHO, 2023). Ancak bu raporda stevia ve stevia glikozitleri hakkında kaynak gösterilen yalnızca iki yayın olmakla birlikte bu iki bilimsel araştırmada stevia kullanımının sağlık açısından olumlu sonuçları ortaya koyulmuştur (Vandana vd., 2017; Cocco vd., 2019). Steviol glikozitleri *Stevia rebaudiana* Bertoni bitkisinin doğal ekstraktı olmakla birlikte E960 kodlu doğal bir tatlandırıcıdır (Edwards vd., 2016). Sakkarozdan 250 kat daha tatlı olan steviol glikozitler FDA tarafından kullanımı güvenli kabul edilmiş (GRAS) ve JECFA tarafından günlük alım limiti kg vücut ağırlığı başına 4 mg olarak belirlenmiştir (Fitch vd., 2012). Steviol glikozitler gibi şeker olmayan kalorisiz doğal tatlandırıcıların metabolizmada herhangi bir toksik etki oluşturmadığı, bağırsaklardaki bakteriler tarafından sindirilebildiği, antioksidan, antimikrobiyel, anti-inflamasyon, antikanser ve antialerjik etkilerinden dolayı diğer yapay tatlandırıcılardan ayrıldığı bilinmektedir (Muñoz - Labrador vd., 2023).

Sağlıklı bir diyet için şeker kullanımının azaltılması amacıyla şeker ilavesiz alternatif doğal veya yapay tatlandırıcılarla tatlandırılmış dondurma formülasyonu geliştirilmesine yönelik bazı çalışmalar mevcuttur (Pintor vd., 2017; Khan vd., 2018; Arseneva vd., 2019; Gençdağ vd., 2021; Swarup vd., 2021; Atallah vd., 2022; Long vd., 2023). Diğer yandan literatürde vegan dondurma üretimine yönelik kısıtlı çalışma bulunmasına rağmen vegan ve şekerli dondurma formülasyonu geliştirilmesine yönelik yalnızca bir çalışma bulunmaktadır (Velotto vd., 2021). Söz konusu çalışmada chia ve hindistan cevizi yağı ile elde edilen dondurma karışımı stevia ile tatlandırılmıştır. Chia tohumunun soğuk şartlarda kıvam artırma özelliği gösterdiği bilinmektedir. Ancak endüstriyel dondurma üretiminde tüm bileşenlerin pastörize edilmesi ürünün mikrobiyal güvenliği açısından kritik bir öneme sahiptir. Dolayısıyla chia'nın soğuk ortamda kıvam artırma özelliğinden faydalanılması endüstriyel üretim için risk doğurabilir.

Bu çalışmada stevia ile tatlandırılmış vegan dondurma formülasyonunun hazırlanmasında yulaftan elde edilen bitki bazlı süt alternatifi tercih edilmiştir. Dondurmadan beklenen fiziksel özellikleri sağlamak için endüstriyel stabilizatör karışımı ile chia tohumu ayrı ayrı kullanılmıştır. Ayrıca, yulaf sütünün düşük kuru madde miktarını dengelemek amacıyla karışıma inülin eklenmiştir. Bu araştırmanın amacı, yulaf sütü temelli hazırlanan vegan dondurmaların reolojik ve duyuşal niteliklerini değerlendirmektir. Ayrıca vegan dondurma karışımlarında sakkaroz yerine doğal tatlandırıcı olarak stevia kullanımının ve kıvam artırıcı olarak da chia tohumu kullanımının endüstriyel dondurma üretimindeki potansiyel etkileri de incelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmada şekerli içerikte bitki bazlı süt alternatifi olarak yulaf sütü (Alpo marka), organik hindistan cevizi yağı (The LifeCo marka), inülin (Orafti®), guar gamı, keçiyoynuzu gamı, karboksil metil selüloz (Maysa Gıda) ve şeker (Migros), sıvı stevia ekstraktı (E960), %100 chia tohumu tozu (İstanbul/Türkiye) kullanılmıştır.

Dondurma üretimi

Dondurma ön karışımları (premix) Maysa Gıda'ya (İstanbul/Türkiye) ait pilot üretim tesisinde hazırlanmıştır. Dondurma reçeteleri 1 kg dondurma karışımı için Çizelge 1'deki gibi oluşturulmuştur. Dört farklı reçete tasarlanmıştır; şeker ve stabilizatör içeren kontrol grubu (K grubu), stevia ve stabilizatör içeren S grubu, stevia ve chia tohumu içeren Ç-1 grubu ve %25 sakkaroz, stevia ve chia tohumu içeren Ç-2 grubu. Dondurma karışımlarının hazırlanmasında bitki bazlı süt alternatifi olarak yulaf sütü, kuru madde miktarını dengelemek amacıyla inülin, bitki bazlı doymuş yağ olarak da hindistan cevizi yağı kullanılmıştır. Endüstriyel stabilizatör karışımı olarak 1 litre dondurma karışımında 0.5 g keçiyoynuzu gamı, 2.5 g guar gamı, 1 g karboksil metil selüloz kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan chia tohumunun oranı daha önce yapılmış çalışmadan elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak %2 olarak seçilmiştir (Velotto vd., 2021). Stevia'nın şekerden 250 kat daha fazla tatlı

olmasından yola çıkarak stevia miktarı şekere ikame olacak şekilde belirlenmiştir. Tüm formülasyonda yer alan sıvı ve katı malzemeler tartıldıktan sonra hepsi Thermomix® (TM5, Vorwerk, Germany) ile 500 d/dk.'da 7 dk. boyunca karıştırılarak homojenize edilmiştir. Homojenizasyon sonrası Thermomix, 85 °C'ye ayarlanmış ve sıcaklık bu değere ulaştığında kapağı

açık bir şekilde karışım 1.5 dk. pastörize edilmiştir. Ardından sıcaklık 80 °C'ye düşürülmüş ve 1100 d/dk.'da 20 dk. boyunca kapağı açık bir şekilde suyun bir kısmı evapore edilmiştir. Evaporasyon sonrası farklı formüllerde hazırlanmış dondurma karışımları derin kaplara alınmış ve oda sıcaklığına gelene kadar soğutulduktan sonra +4 °C'de 24 saat dinlendirilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada dondurma üretimi için kullanılan farklı dondurma karışımlarına ait formüller
Table 1. Different ice cream formulations used in the study

İngrediyenler (g) Ingredients (g)	GRUPLAR (Groups)			
	K	S	Ç-1	Ç-2
Sakkaroz/Sucrose	150	-	-	50
Yulaf sütü/Oat milk	760	916	900	850
Chia/Chia	-	-	20	20
Stevia/Stevia	-	0.6	0.6	0.4
İnülin/Inulin	40	40	40	40
Hindistan cevizi yağı /Coconut oil	40	40	40	40
Stabilizatör/Stabilizer	4	4	-	-

Bekleme sonunda dondurma karışımları Crystal marka 9 kg profesyonel dondurma makinesine aktarılmıştır. -7.8 °C'de çalışan dondurma makinesinde dondurma karışımları yaklaşık 20 dakikada istenilen sertlik değerine ulaşmıştır. Bu işlemin ardından -21 °C'ye alınan dondurma karışımlarından hacim artış oranı için örnekler alındıktan sonra karışımlar hızlıca -40 °C'ye alınıp 30 dakika bekletilmiştir. Ardından dondurmalar -18 °C'de diğer analizler için depolanmıştır.

Duyusal analiz

Duyusal analizler, Maysa Gıda AR-GE merkezi laboratuvarında görev yapan dondurma tadımında deneyimli 8 eğitilmiş panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların analizden 1 saat öncesinde sigara içmemeleri ve yemek yememeleri istenmiştir. Testten önce Çizelge 2'de verilen duyusal özelliklerin tanımı her bir panelistle paylaşılmıştır. Dondurma örnekleri rastgele kodlanmış olan plastik kaplarla servis edilmiştir. Her bir katılımcıdan Çizelge 2'de yer alan duyusal özelliklere göre dondurma örneklerinin duyusal özelliklerinin yoğunluğunu zayıftan (1) güçlüye (9) değişen ölçekte numaralandırmaları istenmiştir (Velotto vd., 2021).

Hacim artış oranı

Her bir grup dondurmanın hacim artış oranı dondurma karışımının sabit bir kabı tamamen doldurduğundaki ağırlığı ile dondurma makinesinden çıkan dondurmanın aynı sabit kaptaki tamamen doldurulduğundaki ağırlığı karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Hacim artış oranı aşağıdaki formülle % olarak hesaplanmıştır (Narala vd., 2022).

$$\% \text{Hacim artışı} = \frac{m_0 - m_1}{m_1} \times 100$$

Yukarıdaki formülde m_0 , dondurma karışımının ağırlığını, m_1 ise dondurma makinesinden çıkan dondurmanın ağırlığını ifade eder.

Erime oranı

Erime oranını belirlemek için üretim sonrası 1 gün -18°C'de dinlendirilen dondurma oda sıcaklığında paslanmaz çelikten yapılmış delikli bir ızgara yüzeye konulmuş ve 60. dakikadan itibaren her 10 dk'da bir eriyen dondurmanın ağırlığı ölçülmüştür. Erime oranı %'de olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Narala vd., 2022).

$$\text{Erime oranı (\%)} = \frac{\text{eriyen miktar (gr)}}{\text{dondurma ağırlığı (gr)}} \times 100$$

Toplam çözünür kuru madde

Dondurma içeriğinin toplam çözünür kuru madde miktarını belirlemek için her bir gruptaki dondurma örnekleri eritilerek oda sıcaklığına

getirilmiştir. Refraktometre kullanılarak örneklerin çözünür kuru madde miktarı °Brix olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 2. Duyusal analizde kullanılan duyusal özelliklere ait tanımlar
Table 2. Definitions of sensory attributes used in sensory analysis

Özellik <i>Attribute</i>	Tanım <i>Definition</i>	Ölçek <i>Scale Anchor</i>
Lezzet/ <i>flavor</i>		1 <i>weak</i> 9 <i>strong</i>
Tatlılık/ <i>Sweet</i>	Şekerden gelen birincil his <i>Primary sensation produced by sugar</i>	Zayıf Güçlü
Vanilya/ <i>Vanilla</i>	Vanilya bitkisinden gelen duyular <i>Sensation associated with vanilla bean</i>	Zayıf Güçlü
Sütsü/ <i>Dairy</i>	Sütten gelen aromanın yoğunluğu <i>Intensity of the milky flavor</i>	Zayıf Güçlü
Tadım sonrası/ <i>Aftertaste</i>	Ağız boşluğundan uyarıcı çıkarıldıktan sonraki ağızda kalan his <i>The oral sensations that occur after the stimulus has been removed from the oral cavity</i>	Zayıf Güçlü
Genel tat/ <i>Overall taste</i>	Lezzet/koku özellikleri göz önüne alınarak genel değerlendirilmenin derecesi <i>Degree of the overall assessment considering taste attributes</i>	Zayıf Güçlü
Ağız hissi/ <i>Mouthfeel</i>		Zayıf Güçlü
Hamurumsu/ <i>elastic</i>	Bir kaşıkla dondurmaya kazıdığınızda dondurmanın elastikliği <i>Elasticity of the ice cream as you scoop it with a spoon</i>	Zayıf Güçlü
Kremamsı/ <i>Creamy</i>	Karıştırılmış (stirred) yoğurdun pürüzsüz ağız hissi <i>Smooth mouthfeel of stirred yogurt</i>	Zayıf Güçlü
Pürüzsüzlük/ <i>Smoothness</i>	Çiğneme sırasında örnek içinde algılanan parçacık miktarı <i>The amount of particles perceived in the sample during the chew</i>	Zayıf Güçlü
Dolgunluk/ <i>Bloom</i>	Lezzetin ağız içinde büyüme veya doldurma yeteneğinin değerlendirilmesi, ilk ısırıktan yutkunmaya kadar. <i>The evaluation of the flavors ability to grow or "fill" the mouth, from the first bite through swallowing</i>	Zayıf Güçlü
Genel doku/ <i>Overall texture</i>	Ağız hissiyatı özelliklerini göz önüne alarak genel değerlendirilmenin derecesi <i>Degree of the overall assessment considering mouthfeel attributes</i>	Zayıf Güçlü

Viskozite

Dondurma makinesine girmeden önce dondurma karışımlarının viskoziteleri reometre (Brookfield , DV 3T) kullanılarak ölçülmüştür. Tüm örnekler 50 d/dk hızda, 11-12 °C sıcaklıkta 3 nolu spindle kullanılarak analiz edilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Farklı dondurma formülasyonlarının duyusal, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin farklılığını tespit etmek için SAS (SAS university edition) istatistik programı kullanılmıştır. Tüm çalışmada grup ortalamalarının hesaplanması için one-way ANOVA tekniği kullanılmış olup grup ortalamaları arasındaki farklılığın önemini

belirlemek için Tukey çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır ($P<0.05$). Yalnızca erime oranının istatistiksel analizinde zaman faktörünün etkisinin belirlenmesi için faktöriyel deneme deseni tertip edilmiş two-way ANOVA ile model oluşturulmuştur. Tüm analizler için 2 tekerrürlü çalışılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı reçetelerde hazırlanan vegan dondurma karışımlarının nem, pH, brix ve yağ değerleri Çizelge 3’de verilmiştir. Dondurmaların pH değerleri 6.98 - 7.37 arasında ölçülmüş ve gruplar arasında önemli bir farklılık gözlemlenmemiştir ($P>0.05$). Benzer pH değerleri Güler-Akin et. al. (2021) tarafından geliştirilen vegan dondurmalar için de elde edilmiştir. Sakkaroz kullanılmayan S ve Ç-1 grup dondurma karışımlarının (premix) nem değeri yaklaşık %81 olarak en yüksek bulunurken ($P<0.05$), sakkaroz kullanılan ve yulaf sütü oranı en düşük olan kontrol grubunda nem miktarı en düşük bulunmuştur, %66.34 ($P<0.05$). Yulaf sütü ve sakkaroz oranı ile ilişkili şekilde Ç-2

grubu kontrol grubundan sonra en düşük nem değerine sahip olmuştur (%75.01); ancak S, Ç-1 ve Ç-2 grupların nem değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$). Çeşitli vegan dondurma formülasyonu geliştirilen çalışmalar incelendiğinde nem değerinin %62-80 arasında olduğu görülmüştür (Gülay-Akin vd. 2021; Mendonça vd. 2022; Narala vd. 2022). °Brix değerleri incelendiğinde benzer sonuçlar ile karşılaşılmış olup °Brix değerleri K, S, Ç-1 ve Ç-2 gruplarında sırasıyla, 27.25, 12, 11.90, 16.95 olarak bulunmuştur. En yüksek °Brix değerini beklenildiği gibi şeker oranı en yüksek olan K grubu alırken ($P<0.05$), bu grubu Ç-2 grubu takip etmiştir. En düşük °Brix değerlerini ise S ve Ç-1 grupları almıştır. Leahu vd. (2022) diyet lifi ve badem unu ile zenginleştirilen agave şurubu kullanılarak tatlandırılmış çeşitli vegan dondurma formasyonları geliştirmiş ve 21-23 aralığında değişen °Brix değerleri elde etmiştir. Tüm örneklerin yağ oranları %3.3-5.2 aralığında değerler alıp gruplar arasında farklılık gözlemlenmemiştir ($P<0.05$).

Çizelge 3. Vegan dondurma karışımlarının pH, nem, °Brix ve yağ değerleri

Table 3. pH, moisture, °Brix, and fat values of vegan ice cream mixes

Gruplar Groups	Nem (%) Moisture(%)	°Brix °Brix	pH pH	Yağ (%) Fat/Oil
K	66.34±2.46 ^b	27.25±1.20 ^a	7.23±0.11	5.2±0.42
S	81.04±2.92 ^a	12.00±0.56 ^c	7.37±0.07	4.8±0.42
Ç-1	81.22±0.09 ^a	11.90±0.71 ^c	7.06±0.06	4.95±0.07
Ç-2	75.01±3.41 ^{ab}	16.95±0.77 ^b	6.98±0.02	3.3±0.71

*Ortalama ± standart sapma

^{a-c}: Her bir sütündeki özellik bakımından farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$).

*Mean ± standard deviation

^{a-c}: The differences between the group averages with different letters within the same column is significant ($P<0.05$).

Dondurma karışımlarının viskozite değerleri kuru madde miktarı, stabilizatör varlığı, yağ miktarı gibi kimyasal bileşime bağlı olarak değişebilmektedir. Dondurma viskozitesinin değişimi dondurmanın erimeye karşı olan direncini de değiştirmektedir. Bu nedenle viskozitenin yüksek olması arzu edilmektedir (Yavaş Sarıoğlu, 2015). Dondurma karışımlarının viskozite değerleri K, S, Ç-1 ve Ç-2 grupları için sırasıyla, 1981, 1486, 334, 394 Pa.s değerleri almıştır (Çizelge 4). En yüksek viskozite değerine sahip olan grup kuru madde miktarı en yüksek olan ve sakkaroz içeren kontrol grubu

olurken bunu şeker yerine stevia kullanılan ve stabilizatör ile yapının iyileştirildiği S grubu takip etmiştir ($P<0.05$). Ç-1 ve Ç-2 grup dondurmalarının viskoziteleri en düşük değeri alırken bu iki grup arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$). Stabilizatörlerin chia tohumuyla ikamesinin viskoziteyi düşürdüğü gözlemlenmiştir. Chia tohumu kullanılan gruplarda kuru madde miktarlarının farklı olmasına rağmen viskozitenin değişmediği görülmüştür. Stabilizatör içeren S grubunun kuru madde miktarı Ç-1 ve Ç-2 gruplarından daha

düşük olmasına rağmen, viskozite değeri, bu iki gruptan daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Dondurma karışımlarının viskozite değerleri stabilizatör varlığına bağlı olarak bir artış göstermiştir. Stabilizatör kullanılan K ve S grupları karşılaştırıldığında ise, kuru madde oranı daha yüksek olan kontrol grubunun viskozitesi daha büyük bulunmuştur. Stabilizatör kullanılmayan Ç-1 ve Ç-2 grubunun kuru madde miktarları farklı olmasına rağmen viskoziteleri arasında fark çıkmaması, chia tohumunun stabilizör olarak iyi

bir ikame olduğunu göstermektedir. Sakkarozun kullanıldığı polisakkaritler ve stabilizatörler ile yapısı iyileştirilen bir vegan dondurma araştırmasında dondurma karışımlarının viskozite değerleri 500-900 mPa.s aralığında değişmiştir (Lumbantobing vd., 2020). Araştırmamızdaki stabilizatör kullanılan grupların viskozite değerleri bu çalışmadan daha yüksek bulunmuş olup bu durum vegan dondurmalarda iyi bir stabilizatör oranı seçimi ile arzu edilen viskozite değerlerinin elde edilebileceğini göstermektedir.

Çizelge 4. Vegan dondurmaların ilk damlama süresi, hacim artış oranı, ve viskozite değerleri

Gruplar Groups	İlk damlama süresi (dk.) First dripping time (min.)	Hacim artış oranı (%) Overrun (%)	Viskozite (cP) Viscosity (cP)
K	29 ±4.54 ^a	33.35±5.00 ^{ab}	1981±18 ^a
S	40±3.91 ^b	33.89±8.05 ^{ab}	1486±42 ^b
Ç-1	46.25±4.5 ^b	30.34±2.52 ^b	334±11 ^c
Ç-2	44±3.65 ^b	39.18±5.98 ^a	394±28 ^c

*Ortalama ± standart sapma

^{a-c}: Her bir sütündeki özellik bakımından farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$).

* Mean±standard deviation

^{a-c}: The difference between the group means carrying different letters within the same column is significant ($P<0.05$).

Dondurma örneklerinin hacim artışı (%) oranları Çizelge 4'de görülmektedir. Hacim artış oranları K, S, Ç-1 ve Ç-2 gruplarında sırasıyla %33.35, %33.89, %30.34 ve %39.18 olarak bulunmuştur. Benzer şekilde vegan dondurma benzeri bir ürün geliştiren Narala vd. (2022)'de hacim artış oranını %34 civarında bulmuştur. En yüksek hacim artışı oranı Ç-2 grubunda, en düşük hacim artışı oranı ise Ç-1 grubunda hesaplanmıştır ($P<0.05$). Kontrol, S-1 ve Ç-2 grupları arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık gözlemlenmemiştir ($P>0.05$). Hacim artışı oranının stabilizatör kullanımı ile artması beklenir. Chia tohumunun hacim artışı üzerindeki etkisi stabilizatörlerle benzer bulunmuştur. Ç-1 ve Ç-2 grupları arasındaki farklılığın süt miktarındaki farklılıktan ileri geldiği düşünülmektedir. Ayrıca stabilizatör oranı aynı olan ancak kuru madde miktarları farklı olan kontrol ve S grupları arasında hacim artışı açısından önemli bir farklılığın gözlemlenmemesi de stabilizatörlerin iyi bir ikame oluşturduğunu göstermektedir. K ve Ç-2 grupları kıyaslandığında süt miktarındaki düşüşün, hacim artışı oranını azalttığı görülmektedir. Süt miktarındaki azalmaya

bağlı olarak hacim artış oranındaki azalma benzer şekilde Anver vd. (2022) tarafından da hindistancevizi süt alternatifi kullanarak geliştirilen farklı formasyonlardaki dondurmalarda gözlemlenmiştir. Bu çalışmada hacim artış oranları %47-59 aralığında değerler almış ve şeker oranları sabit olup hindistan cevizi süt alternatifi oranının en düşük olduğu grup en düşük hacim artışı gösterirken, en yüksek süt alternatifi oranına sahip olan grubun ise en yüksek hacim artışı gösterdiği bulunmuştur. Veletto vd. (2021), vegan ve şekerli dondurma formülü geliştirmek için yaptığı çalışmada hacim artış oranı değerlerini %39-%74 aralığında bulmuştur. Bu çalışmada en düşük hacim artışı %26 oranında şeker kullanılan ve stabilizatör içeren grup alırken en yüksek hacim artışını stevia içeren ve %2 chia ile stabilizasyon sağlanan grup almıştır. Çalışmamızın sonuçları ile kıyaslandığında benzer şekilde chia'nın hacim artışı bakımından olumlu etkileri bu çalışmada da görülmektedir. Çalışmamızın önemli bir bulgusu da soğuk ortamda jelleşme etkisi gösteren chianın dondurma hazırlanması aşamasında diğer

bileşenler ile pastörize edilmesine rağmen hacim artışı üzerinde pozitif etki göstermesidir.

Dondurmanın en önemli kalite göstergelerinden biri de erimeye karşı gösterilen dirençtir. Erime oranı dondurma bileşiminde yer alan maddeler ve bu maddelerin konsantrasyonlarından etkilenmektedir. Dondurmaların erime oranı ile kuru madde miktarı yakından ilişkili olmakla birlikte genel prensip olarak kuru madde miktarı yüksek olan dondurmalar erimeye karşı daha dirençlidir (Yavaş Sarioğlu, 2015). Çizelge 5’de farklı formüllerle hazırlanan vegan dondurmaların erime esnasında gösterdikleri ilk damlanın düşme süreleri yer almaktadır. Çizelge incelendiğinde ilk erime süresinin en kısa 29 dk., en uzun ise 46 dk. olduğu görülmektedir. İlk eriyen dondurmanın sakkaroz içeren ve kuru madde miktarı en yüksek olan kontrol örneğinin, ikinci eriyen dondurmanın ise stabilizatör kullanılan S grubunun, üçüncü eriyen dondurmanın chia tohumu kullanılan ve sakkaroz ilaveli Ç-2 grubu olduğu, en son eriyen dondurmanın ise chia kullanılan ve stevia ile tatlandırılan Ç-1 grubu olduğu görülmektedir. Benzer sonuçlar Yavaş Sarioğlu (2015) tarafından da bulunmuş ve sakkarozun erime dayanımının az olmasından kaynaklı sakkaroz içeren gruplarda erimenin daha hızlı gerçekleştiği ifade edilmiştir.

Farklı formülasyonlarla hazırlanan dondurmaların erime oranı sonuçları Çizelge 5’de ve erime oranı grafiği Şekil 1’de görülmektedir. Erime oranının zamana bağlı olarak değişimi incelendiğinde ise sakkaroz oranı en yüksek olan kontrol grubunun erime oranının 120 dakika boyunca en yüksek olduğu görülmektedir ($P<0.05$). Sakkarozun erimeye karşı gösterdiği direnç, erime oranı üzerinde kuru madde miktarından daha büyük bir etkiye sahip olmuştur. Erime oranı, stabilizatör içeren S grubunda ve chia ve sakkaroz içeren Ç-2 grubunda zamana bağlı olarak benzer değişim göstermiştir ($P>0.05$). İlk damla süresi en düşük olan kontrol grubunda erime oranı, zamana bağlı olarak en hızlı şekilde artarken, bunu S ve Ç-2 grupları izlemiştir. Ç-1 grubunun erime oranındaki zamana bağlı artış en düşük bulunmuştur ($P<0.05$). Ç-2 grubunun kuru madde miktarının S grubu ile aynı olmasına rağmen erime oranının S grubundan daha düşük olduğu görülmektedir. Erime oranı açısından chia’nın endüstriyel stabilizatör karışımından daha iyi bir alternatif olduğu görülmektedir. Diğer yandan S ve Ç-2 grubunun kuru madde miktarı Ç-1 grubu ile aynı iken sakkaroz içermeyen Ç-1 grubunun erime oranı daha düşük bulunmuştur ($P<0.05$). Dolayısıyla sakkarozun erime oranı üzerindeki negatif etkisi ön plana çıkmaktadır.

Çizelge 5. Vegan dondurma örneklerinin zamana bağlı erime oranında meydana gelen değişim

Table 5. Changes in the melting rate of vegan ice cream samples over time

Zaman (dk.) Time (min.)	Gruplar Groups			
	K	S	Ç-1	Ç-2
60	15.75±0.46 ^{Ga}	3.46±0.08 ^{Db}	1.99±0.82 ^{Fc}	3.56±1.78 ^{Fbc}
70	23.93±0.26 ^{Fa}	8.65±2.22 ^{Cb}	4.37±1.49 ^{Efc}	8.58±2.56 ^{Efb}
80	36.83±3.9 ^{Ea}	13.68±2.86 ^{BCb}	7.59±2.03 ^{DEc}	13.99±3.07 ^{DEb}
90	47.69±4.06 ^{Da}	18.79±4.04 ^{Bb}	11.31±2.54 ^{CDc}	20.18±3.48 ^{Bb}
100	58.24±4.13 ^{Ca}	24.76±4.54 ^{Bb}	15.38±2.99 ^{BCc}	26.49±4.00 ^{BCb}
110	68.57±4.41 ^{Ba}	31.24±5.46 ^{ABb}	19.81±3.22 ^{ABc}	32.85±4.54 ^{ABb}
120	78.94±4.92 ^{Aa}	36.84±5.49 ^{Ab}	23.77±2.77 ^{Ac}	38.69±4.46 ^{Ab}

*Ortalama ± standart sapma

^{A-G}: Aynı grup içindeki farklı zamanlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$).

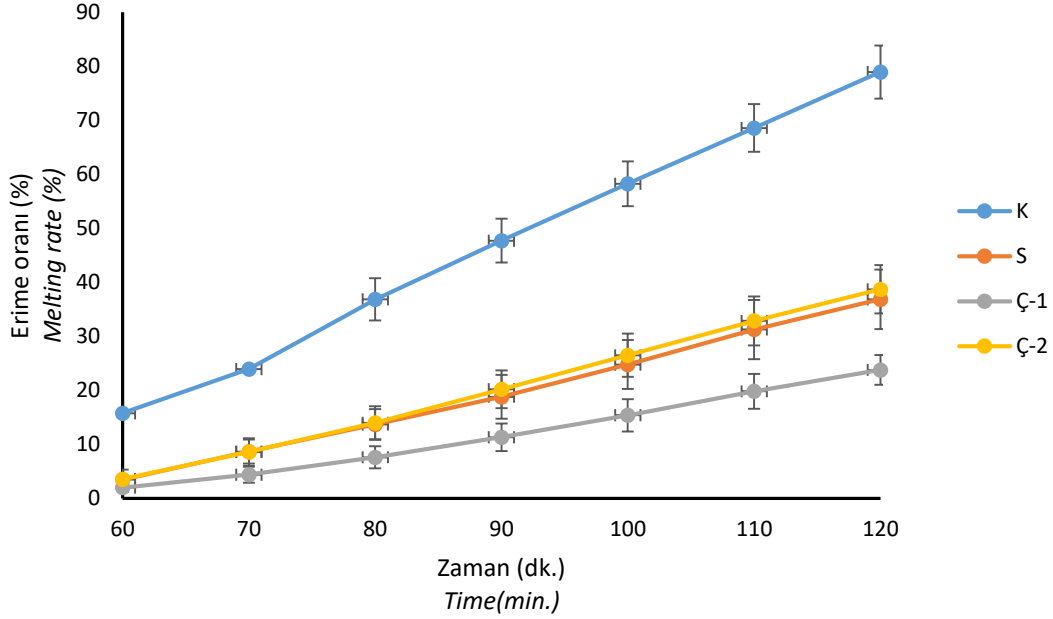
^{a-c}: Aynı zaman içinde farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$).

* Mean±standard deviation

^{A-G}: The difference between the different times within the same group carrying different letters is significant.

^{a-c}: The difference between the group means carrying different letters within the same time in is significant ($P<0.05$).

Şekil 1. Farklı formülasyonlarla hazırlanan vegan dondurmaların erime oranının zamana bağlı değişimi
 Figure 1. Change in melting rate of vegan ice creams prepared with different formulations over time



*Hata çubukları: standart hata

*Error bars: standart deviation

Geliştirilen farklı vegan dondurma formülasyonlarının duyu analizi sonuçları Çizelge 6'da görülmektedir. Dondurmaların lezzet özellikleri 5 parametre ile değerlendirilmiş (tatlılık, vanilya, sütsü, tadım sonrası, genel tat) ve lezzet puanları 1 ile 7.85 arasında değişen puanlar almıştır. Duyu analizi sonuçları incelendiğinde sakkaroz içeren ve endüstriyel stabilizatör kullanılan kontrol grubunun 3.7-7.85 aralığında değişen en yüksek derecelendirmeye sahip olduğu görülmektedir. Steviol glikozitlerinin tatlılık değerlerinin şekerden 250 kat daha yüksek olduğu bilgisinden yola çıkarak stevia'nın oranı % 0.6 olarak seçilmiştir. Ancak duyu analizi sonuçlarına bakıldığında tatlılık ikamesi için 250 kat oranında azaltmaya gidilmesinin beklenen sonuçları doğurmadığı görülmektedir. Vegan dondurma formülasyonlarında stevia'nın şekere ikame olarak kullanıldığı S ve Ç-2 gruplarının tatlılık değerlerinin kontrol grubundan oldukça düşük olduğu dikkat çekmektedir ($P<0.05$). Sakkarozun 1/3 oranında stevia ile ikame edildiği ve %5 sakkaroz kullanılan Ç-2 grubunda ise

tatlılık değeri, sakkaroz kullanılmayan S ve Ç-1 gruplarına göre daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Sonuçlar sakkaroz kullanımının tatlılık üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu, ikame tatlandırıcı olarak stevia kullanımının duyu açıkan tatlılık değerini olumsuz etkilediğini göstermiştir. Narala vd. (2022) geliştirdikleri %20 şeker içeren vegan dondurmaların duyu değerlendirmesinde 4-5.5 aralığında değişen puanlar elde etmiştir. Çalışmamızda geliştirilen vegan dondurmalarından yaklaşık %15 oranında şeker içeren kontrol grubunun duyu özellikleri yönünden Narala vd. (2022)'ye göre daha yüksek puanlar aldığı görülmektedir. Örneklerin vanilya oranlarının aynı olmasına rağmen "vanilya hissi" değerlendirmesinde şeker içermeyen S ve Ç-1 gruplarında K grubuna göre oldukça düşük puan aldığı görülmektedir. Diğer yandan tüm örnekler yulaf sütü içermesine rağmen "sütsü" değerlendirmesinde yulaf sütü oranı en düşük olan K ve Ç-2 grupları en yüksek puanları almıştır. Örneklerin lezzet özelliklerini şeker ilavesi olumlu etkilemiş ve şekerin varlığı diğer aromaların da

Stevia ile tatlandırılmış vegan dondurmanın kalite özelliklerinin incelenmesi

daha iyi hissedilmesine katkı sağlamıştır. Ağız hissi değerlendirilmesi incelendiğinde ise K grubunun 4.21-5.35 arasında puanlar aldığı, diğer grupların ise 1-3.57 aralığında değişen puanlar aldığı görülmektedir. En yüksek doku ve pürüzsüzlük puanlarının kontrol örneğine ait olduğu, bunu stabilizatör kullanılan sakkaroz içermeyen S ve chia ile stabilize edilerek sakkaroz ve stevia ile tatlandırılan Ç-2 grubunun takip ettiği görülmektedir. Ağız hissi açısından genel olarak S grubunun Ç-1 ve Ç-2 grubundan daha yüksek

puan aldığı söylenebilir. Stabilizatör kullanımının ağız hissini chia kullanımından daha iyi etkilediğini söylemek mümkündür. Leahu vd. (2022) çeşitli vegan ve agave şurubu ile tatlandırılmış dondurma formülleri geliştirerek hazırladıkları dondurmaların duyusal analizinde genel kabul edilebilirlik açısından 5.3-8.8 aralığında değerler elde etmişlerdir. Sonuç olarak çalışmamızda stevianın dondurmaya tatlandırmak için yetersiz olduğu ve diğer duyusal özellikleri de olumsuz yönde etkilediği söylenebilir.

Çizelge 6. Farklı formüllerle hazırlanan vegan dondurmaların duyusal analiz sonuçları.
Table 6. Sensory Analysis Results of Ice Creams Prepared with Different Vegan Ice Cream Formulations

Özellik Attribute	K	S	Ç-1	Ç-2
Lezzet/Flavor				
Tatlılık/Sweet	7.85±0.77 ^a	2.07±0.61 ^c	1.57±0.51 ^c	5.85±0.36 ^b
Vanilya/Vanilla	7.85±0.66 ^a	2.64±0.84 ^c	2.14±0.77 ^c	6.07±0.82 ^b
Sütsü/Dairy	3.57±1.9 ^a	1.07±0.26 ^b	1.00±0.00 ^b	2.28±1.26 ^a
Tadım sonrası/ Aftertaste	7.00±0.55 ^a	1.71±0.76 ^c	1.71±0.91 ^c	5.92±0.61 ^b
Genel tat/Overall taste	6.5±0.5 ^a	1.92±0.47 ^c	1.5±0.51 ^c	5.14±0.53 ^b
Ağız hissi/Mouthfeel				
Hamurumsu/elastic	5.35±0.49 ^a	2.92±0.91 ^c	2.14±0.36 ^c	3.57±0.64 ^b
Kremamsı/Creamy	5.28±1.26 ^a	2.28±0.91 ^c	1.78±0.57 ^c	2.71±0.91 ^b
Pürüzsüzlük/Smoothness	5.78±0.8 ^a	2.57±0.93 ^b	2.14±0.94 ^b	2.57±1.08 ^b
Dolgunluk/Bloom	4.21±0.89 ^a	1.00±0.00 ^b	1.07±0.26 ^b	1.5±0.28 ^b
Genel doku/ Overall texture	5.35±0.63 ^a	2.24±0.57 ^{bc}	1.57±0.51 ^c	2.64±0.92 ^b

*Ortalama ± standart sapma

^{a-c}: Her bir satırdaki özellik bakımından farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$).

*Mean ± standard deviation

^{a-c}: The differences between the group means with different letters within the same line is significant ($P<0.05$).

SONUÇ

Son yıllarda sağlıklı beslenme trendleri ve gıda intoleranslarının artmasıyla birlikte bitkisel süt alternatifleri ile hazırlanan ve rafine şekere alternatif olarak doğal tatlandırıcılar kullanılan ürünlere olan talep artmıştır. Bu talebi karşılamaya yönelik olarak araştırmamızda bitkisel süt alternatifi olarak yulaf sütü ile hazırlanan ve stevia ile tatlandırılan dondurmaların bazı fiziksel ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Gıda tercihinde en önemli parametre olan lezzet özelliklerinin test edildiği duyusal analiz sonuçlarına göre stevia şeker için iyi bir alternatif oluşturmamıştır.

Dolayısıyla stevia ile desteklenen farklı doğal tatlandırıcılar ile hazırlanmış dondurma karışımlarının geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Diğer yandan çalışmamızdan elde edilen sonuçlar gösteriyor ki sakkaroz, dondurmanın erime oranı gibi dayanım özellikleri üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Ayrıca chia tohumunun hacim artışında olumlu etki yaratması gelecekte dondurma formülleri geliştirilmesinde değerlendirilebilecek önemli bir bulgudur. Bu sonuçlar, sağlıklı ve duyusal açıdan tatmin edici alternatiflerin geliştirilmesi için önemli bir rehber sağlamaktadır. Bu bağlamda gelecekte yapılacak

vegan ve şekerli dondurma çalışmaları için dondurmanın duyu özelliklerinden özellikle "tatlılık" parametresine odaklanması, Dünya Sağlık Örgütü'nün yapay ve doğal tatlandırıcılar için yaptığı uyarılar çerçevesinde hareket edilmesi tavsiye edilmektedir. Ayrıca doğal tatlandırıcılar ile geliştirilecek olan dondurma formüllerinin indirgen şeker içeriği dikkate alınmalı ve ısı etkisi ile gelişen kimyasal reaksiyon ürünlerinin de değerlendirilmesi önemlidir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Maysa Gıda Ar-Ge Merkezi ve TÜBİTAK 2209-B tarafından desteklenmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar bu makale ile ilgili başka kurum ve kişiler ile çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

YAZAR KATKILARI

Emine Olum: Çalışmanın tasarımı, denemelerin ve analizlerin gerçekleştirilmesi, verilerin analizi, makalenin yazımı; Hilal Ata: Analizlerin gerçekleştirilmesi ve makalenin incelenmesi; Elvan Sönmez: Ön deneme yapılması, Arhan Uzun: Analizlerin gerçekleştirilmesi konularında katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

Anwar, S., Baig, M. A., Syed, Q. A., Shukat, R., Arshad, M., Asghar, H. A., Arshad, M. K. (2022). Dairy ingredients replaced with vegan alternatives: valorisation of ice cream. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(9), 5820-5826, doi: 10.1111/ijfs.15895

Arseneva, T. P., Evstigneeva, T. N., Iakovchenko, N. V., Lugova, M. V., Kurganova, E. V. (2019). The effects of the addition of starter cultures and stevioside on technological low-fat fermented sherbet ice-cream without sugar. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 18(4), 361-371, doi:10.17306/J.AFS.2019.0724

Atallah, A., Morsy, O. M., Abbas, W., Khater, E. S. G. (2022). Microstructural, physicochemical, microbiological, and organoleptic characteristics of sugar-and fat-free ice cream from buffalo milk. *Foods*, 11(3), 490.

Beegum, P. S., Nair, J. P., Manikantan, M. R., Pandiselvam, R., Shill, S., Neenu, S., Hebbar, K. B. (2022). Effect of coconut milk, tender coconut and coconut sugar on the physico-chemical and sensory attributes in ice cream. *Journal of Food Science and Technology*, 59(9), 2605-2616, doi: 10.1007/s13197-021-05279-y

Bobiş, O., Dezmirean, D. S., Moise, A. R. (2018). Honey and diabetes: the importance of natural simple sugars in the diet for preventing and treating different types of diabetes. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, doi:10.1155/2018/4757893

Bullock, K., Lahne, J., Pope, L. (2020). Investigating the role of health halo and reactance in ice cream choice. *Food Quality and Preference*, 80, doi:10.1016/j.foodqual.2019.103826

Boukid, F., Gagaoua, M. (2022). Vegan egg: A future-proof food ingredient. *Foods*, 11(2), 161, doi:10.3390/foods11020161

Cocco, F., Cagetti, M. G., Livesu, R., Camoni, N., Pinna, R., Lingström, P., Campus, G. (2019). Effect of a daily dose of snacks containing maltitol or Stevia rebaudiana as sweeteners in high caries risk schoolchildren. A double-blind RCT study. *Oral Health Preventive Dentistry*, 17(6), 515-22.

Craig, W., Brothers, C. (2022). Nutritional Content of Non-Dairy Frozen Desserts. *Nutrients*, 14, 4150, doi:10.3390/nu14194150

de Medeiros, A., Filho, E., Bolini, H. (2019). Impact of natural and artificial sweeteners compounds in the sensory profile and preference drivers applied to traditional, lactose-free, and vegan frozen desserts of chocolate flavor. *Journal of Food Science*, 84(10), 2973-2982, doi:10.1111/1750-3841.14806

Edwards, C. H., Rossi, M., Corpe, C. P., Butterworth, P. J., Ellis, P. R. (2016). The role of sugars and sweeteners in food, diet and health: Alternatives for the future. *Trends in Food Science & Technology*, 56, 158-166, doi:10.1016/j.tifs.2016.07.008

Erem, E., Akdeniz, E., Cayır, M. (2023). Fruit-based vegan ice cream-type frozen dessert with

- aquafaba: effect of fruit types on quality parameters. *Journal of Food Science and Technology*, doi: 10.1007/s13197-023-05885-y
- Expert Market Research (2023). "Global vegan food market". Vegan Food Market Size, Industry Share, Growth 2024-2032. Accessed: 05.12.2023
- Fitch, C., Keim, K. S. (2012). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Use of nutritive and nonnutritive sweeteners. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 112(5), 739-758, doi: 10.1016/j.jand.2012.03.009
- Gençdağ, E., Görgüç, A., Aylan, F., Arı, G., Bilgin, Ö., Yılmaz, F. M. (2021). Techno-functional effect of stevia extract substitution on dry fig-fortified ice cream. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(6), e15578, doi: 10.1111/jfpp.15578
- Goldstein, B., Hauschild, M., Fernández, J., Birkved, M. (2016). Testing the environmental performance of urban agriculture as a food supply in northern climates. *Journal of Cleaner Production*, 135, doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.004.
- Güler-Akin, M. B., Avkan, F., Akin, M. S. (2021). A novel functional reduced-fat ice cream produced with pea protein isolate instead of milk powder. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(11), e15901, doi: https://doi.org/10.1111/jfpp.15901
- Hidas, K. I., Nyulas-Zeke, I. C., Szepessy, A., Romvári, V., Gerhart, K., Surányi, J., ... Darnay, L. (2023). Physical properties of hemp drink-based ice cream with different plant proteins guar gum and microbial transglutaminase. *LWT*, 182, 114865, doi: 10.1016/j.lwt.2023.114865
- Hooper, L., WHO Steering Group, & Guideline Development Group. (2023). Use of non-sugar sweeteners. WHO guideline.
- Judge, M., Wilson, M. S. (2015). Vegetarian Utopias Visions of dietary patterns in future societies and support for social change. *Futures*, doi:10.1016/j.futures.2015.07.005
- Kale, P., Mishra, A., Annapure, U. S. (2022). Development of vegan meat flavour: A review on sources and techniques. *Future Foods*, 5, doi: 10.1016/j.fufo.2022.100149
- Khan, S., Rustagi, S., Choudhary, S., Pandey, A., Khan, M. K., Kumari, A., Singh, A. (2018). Sucralose and maltodextrin-An alternative to low-fat sugar-free ice-cream. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 11(1), 136-143.
- Kot, A., Kamińska-Dwórznička, A., Galus, S., & Jakubczyk, E. (2021). Effects of different ingredients and stabilisers on properties of mixes based on almond drink for vegan ice cream production. *Sustainability*, 13(21), 12113, doi: 10.3390/su132112113
- Leahu, A., Ropciuc, S., Ghinea, C. (2022). Plant-based milks: Alternatives to the manufacture and characterization of ice cream. *Applied Sciences*, 12(3), 1754, doi: https://doi.org/10.3390/app12031754
- Long, M., Wei, Y., Tao, S., Wu, Y., Wang, J., Zhou, D., Zhan, G. (2023). Ice cream with sucralose, stevioside, and erythritol as sugar substitutes: Sensory profile and customer preference. *Food Science and Technology International*, doi: 10.1177/10820132221150534
- Lumbantobing, E., Tanardi, S., Putra, A. B. N. (2020). Development of vegan ice cream from jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) seed-based milk. In Proceedings of the 16th ASEAN Food Conference (16th AFC 2019)-Outlook and opportunities of food technology and culinary for the tourism industry (pp. 66-71). Bali: SciTePress
- Mendonça, G., Oliveira, E., Rios, A. O., Pagno, C. H., Cavallini, D. C. (2022). Vegan ice cream made from soy extract, soy kefir and jaboticaba peel: Antioxidant capacity and sensory profile. *Foods*, 11(19), 3148, doi: 10.3390/foods11193148
- Muñoz-Labrador, A., Hernandez-Hernandez, O., Moreno, F. (2023). A review of the state of sweeteners science: the natural versus artificial non-caloric sweeteners debate. Stevia rebaudiana and *Siraitia grosvenorii* into the spotlight. *Critical Reviews in Biotechnology*, 1-23, doi: 10.1080/07388551.2023.2254929
- Narala, V. R., Orlovs, I., Jugbarde, M. A., Masin, M. (2022). Inulin as a fat replacer in pea protein

- vegan ice cream and its influence on textural properties and sensory attributes, *Applied Food Research*, 2(1), doi: 10.1016/j.afres.2022.100066
- Pintor, A., Escalona-Buendía, H. B., Totosaus, A. J. I. F. R. J. (2017). Effect of inulin on melting and textural properties of low-fat and sugar-reduced ice cream: optimization via a response surface methodology. *International Food Research Journal*, 24(4), 1728.
- Puangwerakul, Y., Soithongsuk, S. (2022). Innovation for plant-based foods: Allergen-free vegan meat and egg products from rice processing by-products. *Journal of Current Science and Technology*, 12(2), 358-371.
- Saari, U. A., Herstatt, C., Tiwari, R., Dedehayir, O., Mäkinen, S. J. (2021). The vegan trend and the microfoundations of institutional change: A commentary on food producers' sustainable innovation journeys in Europe. *Trends in Food Science & Technology*, 107, doi: 10.1016/j.tifs.2020.10.003
- Shaw, J. E., Sicree, R. A., Zimmet, P. Z. (2010). Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 87(1), 4-14, doi: 10.1016/j.diabres.2009.10.007
- Shim, Y. Y., He, Y., Kim, J. H., Cho, J. Y., Meda, V., Hong, W. S., ... Reaney, M. J. (2021). Aquafaba from Korean soybean I: A functional vegan food additive. *Foods*, 10(10), 2433, doi: 10.3390/foods10102433
- Swarup, V. K., Poonia, A. (2022). Development of technology for the manufacture of functional black rice (*Oryza sativa* L.) ice cream. *Indian Journal of Dairy Science*, 75(1).
- Ulhas, R. S., Ravindran, R., Malaviya, A., Priyadarshini, A., Tiwari, B. K., Rajauria, G. (2023). A review of alternative proteins for vegan diets: sources, physico-chemical properties, nutritional equivalency, and consumer acceptance. *Food Research International*, doi: 10.1016/j.foodres.2023.113479
- Väkeväinen, K., Ludena-Urquizo, F., Korkala, E., Lapveteläinen, A., Peräniemi, S., von Wright, A., Plumed-Ferrer, C. (2020). Potential of quinoa in the development of fermented spoonable vegan products. *LWT*, 120, doi: 10.1016/j.lwt.2019.108912
- Vandana, K., Reddy, V. C., Sudhir, K. M., Kumar, K., Raju, S. H., Babu, J. N. (2017). Effectiveness of stevia as a mouthrinse among 12–15-year-old schoolchildren in Nellore district, Andhra Pradesh-A randomized controlled trial. *Journal of Indian Society of Periodontology*, 21(1), 37, doi: 10.4103/jisp.jisp_54_17
- Velotto, S., Parafati, L., Ariano, A., Palmeri, R., Pesce, F., Planeta, D., ... Todaro, A. (2021). Use of stevia and chia seeds for the formulation of traditional and vegan artisanal ice cream. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 26, doi: 10.1016/j.ijgfs.2021.100441
- World Health Organization. (2015). *Guideline: sugars intake for adults and children*. World Health Organization.
- Yavaş Sarıoğlu, A. (2015). Düşük kalorili dondurma üretiminde doğal tatlandırıcı olarak stevya ekstraktı kullanımının ürünün kalite kriterleri üzerine etkisi (Master's thesis, Ege üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).