

## Muz kabuğu tozu ve sorbitolün puding üretiminde kullanımı: D-optimal birleşik deneme tasarımı yaklaşımı

## Use of banana peel powder and sorbitol in pudding production: D-optimal combined design approach

Şura ARSLAN<sup>1</sup>, Beyza Nur DURU<sup>1\*</sup>, Serap BERKTAŞ<sup>1</sup>, Mustafa ÇAM<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye.  
suraarslan0@gmail.com, beyzaduru032@gmail.com, brkts.serap@gmail.com, mcam@erciyes.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 14.09.2024  
Kabul Tarihi/Accepted: 10.12.2024

Düzeltilme Tarihi/Revision: 06.12.2024

doi: 10.5505/pajes.2024.67862  
Araştırma Makalesi/Research Article

### Öz

Meyve ve sebze işleme endüstrileri üretimlerinin %35-40'ından fazlasını kabuk, tohum, posa veya diğer atıklar olarak açığa çıkarmaktadır. Bu atıkların değerlendirilmesine yönelik çalışmalar yaygınlaşmakla birlikte, çalışmaların temelinde atıkların bileşiminde yer alan değerli bileşikleri katma değerli ürünlere dönüştürmek, ürünleri zenginleştirmek veya farklı alanlarda çeşitli amaçlarla değerlendirerek sürdürülebilirlik ve geri kazanım amaçlanmaktadır. Muz kabuğu, gıda üretim yerlerinde ve evsel olarak açığa çıkmakta ve geri kazanılmamaktadır. Bu çalışmada, puding üretimine muz kabuğu tozu ve sorbitol kullanımı dahil edilerek D-optimal birleşik tasarımı ile puding formülasyonları oluşturulmuştur. Bu amaçla muz kabuğu sodyum metabisülfite (%0.25, m/v) ve sitrik asit (%0.25, m/v) çözeltilerinin karışımından (%50:50, v/v) oluşan çözeltisi içerisinde 24 saat bekletildikten sonra etüvde 60 °C'de kurutularak toz haline getirilmiştir. Deneme tasarımına göre belirlenen üretim noktalarında pudingler üretilerek, toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde, antioksidan aktivite, serum ayrılması ve genel beğeni açısından formülasyon optimize edilmiştir. Optimum noktada elde edilen puding ile muz kabuğu tozu ve sorbitolün kullanılmadığı kontrol puding örnekleri 0, 5 ve 10 gün süre ile depolanmıştır. Optimum puding örneklerinin toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde ve antioksidan aktivite değerleri kontrol puding örneğine göre depolama süresince anlamlı olarak ( $p<0.05$ ) yüksek olduğu belirlenmiştir. Serum ayrılması değerlerinin optimum pudingde daha düşük olduğu, viskozite değerlerinin ise her iki örnekte depolama ile birlikte azaldığı belirlenmiştir. Atık bir ürün olan muz kabuğunun ve sorbitolün puding formülasyonunda kullanımı ile hem pudinglerin fonksiyonel özelliklerinde gelişme sağlanmış hem de daha düşük kalorili ürün elde edilmiştir. Bu çalışmanın muz kabuğunun ve sorbitolün farklı gıda formülasyonlarında kullanımını artırmaya yönelik fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Muz kabuğu, Puding, Atık, D-optimal birleşik tasarım, Duyusal değerlendirme

### Abstract

Fruit and vegetable processing industries release more than 35-40% of their production as peels, seeds, pulp or other waste. Although studies on the evaluation of these wastes are becoming widespread, the basis of the studies is to transform the valuable compounds in the composition of the wastes into value-added products, to enrich the products or to evaluate them for various purposes in different areas, aiming at sustainability and recovery. Banana peels are released in food production areas and in households and are not recycled. In this study, pudding formulations were created with D-optimal combined design by including the use of banana peel powder and sorbitol in pudding production. For this purpose, banana peel is kept in a solution consisting of a mixture of sodium metabisulfite (0.25%, m/v) and citric acid (0.25%, m/v) solutions (50:50%, v/v) for 24 hours and then incubated in the oven for 60 hours. It was dried at 60°C and turned into powder. Puddings were produced at production points determined according to the trial design, and the formulation was optimized in terms of total phenolic substance, total flavonoid substance, antioxidant activity, serum separation and overall acceptance. Pudding samples obtained at the optimum point and control pudding samples in which banana peel powder and sorbitol were not used were stored for 0, 5 and 10 days. Total phenolic substance, total flavonoid substance and antioxidant activity values of optimum pudding samples were determined to be significantly higher ( $p<0.05$ ) during storage compared to the control pudding. It was determined that serum separation values were lower in optimum pudding and viscosity values decreased with storage in both samples. By using banana peel and sorbitol, which is a waste product, in the pudding formulation, both the functional properties of puddings have improved and a lower calorie product has been obtained. It is thought that this study will contribute to the development of functional products to increase the use of banana peel and sorbitol in different food formulations.

**Keywords:** Banana peel, Pudding, Waste, D-optimal combined design, Sensory evaluation

### 1 Giriş

Muz Musaceae ailesine ait Asya kökenli bir meyvedir. 130'dan fazla ülkede yetiştirilen ve dünya çapında ikinci en büyük üretime sahip olan meyve özellikle diyet lifi, vitamin, mineral ve fenolik bileşikler açısından zengindir. Muz meyvesinin cips, meyve suyu, smoothie, bebek gıdası gibi ürünlerde veya çiğ olarak tüketim alanları bulunmaktadır [1]. Muz kabuğu meyvenin toplam ağırlığının yaklaşık %40'ını oluşturmaktadır ve yüksek değerli bileşiklerin kaynağıdır [2]. Özellikle çözünmeyen diyet lifi, doymamış yağ asitleri, proteinler ve

potasyum açısından zengindir [1]. Muz kabuğunun meyvesine göre daha yüksek oranda fenolik madde içeriğine sahip olduğu belirtilmiştir [3]. Bununla birlikte özellikle yeşil muz kabuğunun nişasta (%35) [4] ve dirençli nişasta (%49.9) [5] içerdiği bilinmektedir. Bu oranlar muzun olgunlaşmasıyla birlikte kabukta azalmaktadır [4]. Muz kabuğu zengin bir fitokimyasal kaynağı olmasına rağmen gıdalarda kullanımı oldukça sınırlıdır [6],[7]. Sürdürülebilirliğin devamı açısından gıda ve tarımsal yan ürünlerden yeni yüksek katma değerli bileşiklerin üretimi teşvik edilerek yeni gıda bileşenlerinin geliştirilmesinde kullanılabilir. Bu nedenle, atıkları ve hasat

\*Yazışılan yazar/Corresponding author

sonrası kayıpları azaltmak ve bu gıda ürünlerinin toplam değerini artırmak için yeni ekonomik stratejiler geliştirilebilir. Bu bağlamda, atıkların farklı bileşenler ile formüle edilen gıda ürünlerinde ikame amacıyla kullanılması, bu atıkların değerlendirilmesinde önemli bir yere sahip olacaktır [8]. Muz kabuğu bu anlamda değerlendirilerek ekonomiye kazandırılması, yenilikçi gıda ürünlerinin geliştirilmesine katkı sağlayarak katma değerli ürünlerin gelişimi için alan kazandıracaktır.

Tüketicilerin sağlıklı ve besleyici bileşenler içeren gıdalara artan talepleri doğrultusunda gıda üreticileri yeni ürün geliştirme veya var olan ürünü eksik yönlerden desteklemeye yönelmektedir. Bu bağlamda fonksiyonel gıdalar ön plana çıkmaktadır [9]. Bu ürünlerden düşük kalorili gıda ürünleri, kalorisiz ve karbonhidrat temelli tatlandırıcıların kombinasyonları kullanılarak yapılabilmektedir. Tatlandırıcılar ile sakaroz kısmen veya tamamen değiştirilerek daha düşük miktarda kalori içeren ürünler hazırlamak teknolojik olarak mümkün olmaktadır [10]. Şeker alkollerini (sorbitol, ksilitol, mannitol) işlenmiş gıdalarda sakaroz ikame edici olarak kullanılan tatlandırıcı gruplarından birisidir. Kalori değeri (2.6 kcal/g) sakarozun kalori değeri (4.2 kcal/g) ile karşılaştırıldığında oldukça düşüktür [11]. Bununla birlikte şeker alkollerini ve diğer tatlandırıcı gruplarının gıda formülasyonlarında düşük kalorili ürün elde etmek amacıyla kullanım alanları bulunmaktadır [12]-[15].

Puding yarı katı jel kıvamında olan ve genellikle nişasta, aroma maddeleri, süt, şeker gibi bileşenleri içeren hafif bir tatlı türüdür. Farklı meyve aromalı pudingler, piyasada tüketime hazır formda veya toz karışım şeklinde paketlerde satışta sunulmaktadır [16],[17]. Her yaşta tüketicilere hitap eden bu gıda grubu muz kabuğu gibi besin değeri yüksek ve faydalı fitokimyasallar içeren atık bir ürün ile zenginleştirilerek daha sağlıklı ve besleyici fonksiyonel bir ürün geliştirilmiş olacaktır. Bununla birlikte puding formülasyonuna sorbitol gibi doğal bir tatlandırıcının da eklenmesi ile son ürünün değeri artırılarak daha düşük kalorili ürün elde edilmesi sağlanacaktır.

Bu çalışmada, kurutulmuş toz hale getirilmiş muz kabuğu nişasta ile sorbitol ile sakaroz ile ikame edilerek puding formülasyonlarında kullanılmıştır. Elde edilen pudinglerin fonksiyonel, yapısal ve duyu özellikleri belirlenerek muz kabuğu ve sorbitolün düşük kalorili fonksiyonel puding geliştirme potansiyelleri araştırılmıştır. Piyasada satışta sunulan pudinglere alternatif olarak muz kabuğu ve sorbitol içeren yeni ve besin içeriği yüksek düşük kalorili fonksiyonel bir ürün tüketiciler için yeni bir seçenek olacaktır.

## 2 Materyal ve metod

### 2.1 Materyal ve kimyasallar

Süt (%3 yağlı, İçim, Türkiye), mısır nişastası (Dr. Oetker, Türkiye), muz aroma verici (Dr. Gusto, Türkiye) ve tartrazin (KRK Gıda, Türkiye) yerel bir marketten temin edilmiştir. Analizlerde Sigma-Merck marka saf malzemeler kullanılmıştır.

### 2.2 Metotlar

#### 2.2.1 Kurutma

Muz kabukları bir muzlu ürün satış noktasının (Queen Waffle, Kayseri) atıklarından temin edilmiştir. Sitrik asit (%0,5, m/v) ve sodyum metabisülfid (%0,5, m/v) çözeltisinin karışımından (%50-50, v/v) oluşan bir solüsyon içerisinde muz kabukları 4°C'de 18 saat bekletilmiştir. Ardından muz kabukları 60°C'de fanlı bir etüvde (Mikrotest, DT 104, Türkiye) 24 saat süre ile kurumaya bırakılmıştır [18]. Kuruyan muz kabukları bir kahve

öğütücüsünde (Kiwi, Çin) homojenize edilerek 250 µm gözenek çaplı elekten elenmiştir. Elde edilen muz kabuğu tozu (Şekil 1) kilitli plastik poşetlerde 4°C'de analizlere kadar muhafaza edilmiştir.



Şekil 1. Muz kabuğu ve muz kabuğu tozu  
Figure 1. Banana peel and banana peel powder

#### 2.2.2 Puding üretimi

Puding üretim formülasyon parametrelerini değerlendirmek ve optimize etmek için D-optimal birleşik tasarımı seçilmiştir. Birleşik deney tasarımı ile MKT, nişasta, sorbitol ve sakaroz oranlarında değişim yapılmış, diğer bileşenlerin oranları sabit tutulmuştur. Belirlenen her bir kategorik faktörün alt/üst seviyeleri ön denemelerle belirlenmiştir. Puding üretiminde kullanılan D-optimal birleşik deney tasarımı planı ve seviyeleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Formülasyon hazırlama sürecinde kullanılan D-optimal birleşik tasarım değişkenleri ve seviye aralıkları  
Table 1. D-optimal combined design variables and level ranges used in the formulation preparation process

Bileşenler	Minimum miktar (g)	Maksimum miktar (g)
<b>A: MKT</b>	0	3
<b>B: Nişasta</b>	0	3
<b>C: Sorbitol</b>	2	8
<b>D: Sakaroz</b>	2	8
<b>MKT + Nişasta</b>		3
<b>Sorbitol + Sakaroz</b>		10
<b>MKT+ Nişasta+ Sorbitol+ Sakaroz</b>		13

\*MKT: muz kabuğu tozu

Kontrol puding formülasyonu 3 g nişasta, 10 g sakaroz, 0.1 g tuz, 0.005 g tartrazin, 0.17 mL muz aroması ve 86.73 mL süt ile hazırlanmıştır [16],[19]. MKT ve sorbitol seviyeleri değiştirilerek oluşturulan 11 farklı puding için üretim noktalarının olduğu deneme tasarımı Tablo 2'de verilmiştir. MKT ve sorbitol miktarları deneme tasarımından alınarak ve diğer bileşenlerin miktarı sabit tutularak puding üretimleri yapılmıştır. Buna göre oluşturulan toz karışıma 86.73 mL süt eklenerek ısıtıcı bir manyetik karıştırıcı üzerinde sıcaklık 80°C'ye getirilmiş ve 10 dakika süre ile karıştırılarak pişirilmiştir. Süre sonunda puding örnekleri cam kaplara sıcak döküm yapılarak oda sıcaklığında soğumaya bırakılmış ve +4°C'de muhafaza edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Deneme noktalarında üretilmiş puding örnekleri  
Figure 2. Pudding samples produced at the trial points

Tablo 2. D-optimal birleşik deney tasarımına göre puding örneklerinin formülasyonları  
Table 2. Formulations of pudding samples according to D-optimal combined experimental design

Deneme Noktası	Karışım 1-1	Karışım 1-2	Karışım 2-1	Karışım 2-2
	A:MKT (%)	B:Nişasta (%)	C:Sorbitol (%)	D:Sakaroz (%)
1	2.250	0.750	3.500	6.500
2	2.250	0.750	8.000	2.000
3	0.000	3.000	2.000	8.000
4	1.500	1.500	2.000	8.000
5	0.000	3.000	2.000	8.000
6	3.000	0.000	2.000	8.000
7	0.750	2.250	5.000	5.000
8	1.500	1.500	2.000	8.000
9	3.000	0.000	5.000	5.000
10	3.000	0.000	2.000	8.000
11	0.000	3.000	8.000	2.000

### 2.2.3 Duyusal analiz

Duyusal analiz Erciyes Üniversitesi öğrencileri ve öğretim elemanları tarafından oluşan 15 kişilik bir grup ile hedonik skala testine göre 1-5 puanlama skalası (1: çok kötü, 3: orta, 5: mükemmel) kullanılarak değerlendirilmiştir. Katılan panelistlere duyusal analizlere başlamadan önce duyusal analiz içeriği ile ilgili bilgilendirme yapılmıştır. Panelistler puding örneklerini renk-görünüş, kıvam-kaşıқта, kıvam-ağızda, koku, lezzet/aroma, tatlılık, tekstür, ağız hissi, ağızda kalan yabancı tat, acılık, burukluk, genel beğeni ve ürünü satın alma kriterlerine göre değerlendirmişlerdir. Puding örnekleri 3 haneli rastgele numaralandırma yapılarak değerlendirmeye sunulmuştur. Panelistler birbirinden bağımsız yerlerde duyusal analiz gerçekleştirmişlerdir.

### 2.2.4 Depolama

Deneme tasarımı optimizasyon değerlendirme sonuçlarına göre optimum noktada puding üretimi yapılarak kontrol grubu ile birlikte 4° C' de ağız kapalı cam kaplarda 0, 5 ve 10. günlerde analiz yapmak üzere 10 gün süre ile depolanmıştır.

### 2.2.5 Muz kabuğu tozu ve pudinglere uygulanan analizler

#### 2.2.5.1 Fizikokimyasal analizler

Puding örneklerinin ve muz kabuğu tozunun fizikokimyasal analizleri [20] metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Otomatik renk ölçüm cihazı (Konica Minolta, CR-5, Japonya) ile muz kabuğu tozu ve puding örneklerinde renk ölçümü CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) Lab sistemine göre gerçekleştirilmiş ve L\*, a\*, b\* değerleri belirlenmiştir. Nem tayini için sabit tartıma getirilen cam petrilere 1'er g muz kabuğu tozu ve 1 g puding örnekleri ayrı ayrı tartılmıştır. Örnekler 70°C'de etüvde 24 saat süre ile kurutulmuş ve sabit tartıma getirilmiştir. Sonuçlar yüzde kuru madde olarak ifade edilmiştir. Kül analizi için 550°C kül fırınında (Protherm PLF 130/45) sabit tartıma gelen porselen krozeler içerisine 3' er g muz kabuğu tozu ve puding örnekleri tartılmıştır. Ardından

krozeler 550°C kül fırınında 5 saat yanmaya bırakılarak sabit tartıma gelmeleri sağlanmıştır. Sonuçlar yüzde olarak verilmiştir. pH tayini için muz kabuğu tozundan 1 g alınarak saf su ile 50 mL'ye tamamlanıp 1 dakika süre ile vorteks ile karıştırılmıştır. Puding örnekleri ise 5 g alınarak saf su ile 10 mL'ye tamamlanmış ve pH metre yardımı ile ölçüm yapılmıştır. Titrasyon asitliği belirlenmesi için muz kabuğu tozundan 1 g alınıp saf su ile 50 mL'ye tamamlanarak karıştırılmıştır. Ardından hazırlanan bu karışım filtre kâğıdından filtre edilerek 10 mL alınmış ve üzerine etanolde hazırlanan fenolftalein çözeltisinden (%1, m/v) 2-3 damla damlatılmıştır. Puding örnekleri için ise 5 g puding örneği tartılarak hacmi 50 mL'ye tamamlanmıştır. Ardından filtre edilerek elde edilen filtrata 2-3 damla fenolftalein çözeltisi damlatılarak 0.1 N NaOH ile kalıcı hafif pembe renk oluşana kadar titre edilmiştir. Titrasyon sonunda harcanan NaOH miktarı not edilmiştir. Titrasyon asitliği muz kabuğu için sitrik asit eşdeğeri cinsinden, pudingler için ise laktik asit eşdeğeri cinsinden yüzde olarak verilmiştir [20].

#### 2.2.5.2 Ekstraksiyon

Muz kabuğu tozu ve puding örneğinden 5'er g tartılarak üzerlerine 20 mL etanol (%99.5) eklenmiş ve 1 dakika boyunca vorteks ile karıştırılmıştır. Daha sonra örnekler 5000 rpm hızında 10 dakika oda sıcaklığında santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernetantlar spektrofotometrik analizlerde kullanılıncaya kadar -18°C'de muhafaza edilmiştir [21].

#### 2.2.5.3 Toplam fenolik madde miktarı tayini

Toplam fenolik madde tayini için analiz tüplerine 400 µL ekstrakt alınarak üzerine 2 mL Folin-ciocalteu çözeltisinden (%10, v/v) eklenmiştir. Ardından analiz tüplerine 1.6 mL Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisinden (%7.5, m/v) ilave edilerek vorteks ile karıştırılmıştır. Hazırlanan analiz tüpleri 1 saat süre ile oda ısısında, karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda örneklerin absorbans değerleri spektrofotometrede kör örneğe karşı 765 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar gallik asit eşdeğeri (GAE) cinsinden verilmiştir [22].

#### 2.2.5.4 Toplam flavonoid madde miktarı tayini

Toplam flavonoid madde miktarı analizi için analiz tüplerine 1 mL ekstrakt alınarak üzerine 4 mL saf su eklenmiştir. Ardından tüplere 300 µL NaNO<sub>2</sub> çözeltisinden (% 5, m/v) eklenerek 5 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda 300 µL AlCl<sub>3</sub> çözeltisinden (%10, m/v) eklenerek 1 dakika bekletilmiştir. Ardından 2 mL 1 M NaOH ve 2.4 ml saf su eklenerek vorteks ile karıştırılmıştır. Ardından örneklerin absorpsiyon değerleri spektrofotometrede 510 nm'de kör örneğe karşı ölçülmüştür. Sonuçlar kateşin eşdeğeri (KE) cinsinden verilmiştir [23].

#### 2.2.5.5 DPPH ile antioksidan aktivite tayini

DPPH radikalinden 25 mg tartılarak metanol ile çözdürülmüş ve 100 mL'ye tamamlanmıştır. Reaksiyon tüplerine 100 µL ekstrakt ve hazırlanan radikal çözeltisinden 3.9 mL eklenerek karıştırılmıştır. Hazırlanan reaksiyon ortamları karanlıkta oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmiştir. Örneklerin absorpsiyon değerleri spektrofotometrede 515 nm'de metanole karşı ölçülmüştür. Sonuçlar troloks eşdeğeri (TE) cinsinden verilmiştir [24].

#### 2.2.6 Muz kabuğu tozuna uygulanan analizler

##### 2.2.6.1 Su tutma kapasitesi

Bir deney tüpünün darası (M1) alınarak içerisine 100 mg muz kabuğu tozu tartılmıştır (M2). Üzerine 10 mL distile su ilave edilmiş ve 1 dakika süre ile vorteks ile karıştırılmıştır. Örnek karışımı oda sıcaklığında 24 saat beklemeye bırakılmıştır. Süre sonunda deney tüpü 5000 rpm hızında 10 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası süpernetant atılarak pellet kısmı tartılmıştır (M3). Su tutma kapasitesi (g/g) aşağıdaki denklem (1) kullanılarak hesaplanmıştır [25].

$$\text{Su tutma kapasitesi} \left( \frac{\text{g}}{\text{g}} \right) = \frac{(M3 - (M1 + M2))}{M2} \quad (1)$$

##### 2.2.6.2 Yağ tutma kapasitesi

Darası (M1) alınmış deney tüpüne 100 mg muz kabuğu tozu tartılmıştır (M2). Üzerine 10 ml ayçiçek yağı (Sole, yoğunluğu 0.93 kg/litre) eklenmiştir. Tüpler 1 dakika süre ile vorteks ile karıştırılarak oda sıcaklığında 2 saat bekletilmiştir. Süre sonunda örnekler 5000 rpm hızında 10 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası pellet kısmı tartılmıştır (M3). Sonuçlar aşağıdaki denklem (2) kullanılarak hesaplanmış ve g/g cinsinden ifade edilmiştir [25].

$$\text{Yağ tutma kapasitesi} \left( \frac{\text{g}}{\text{g}} \right) = \frac{(M3 - (M1 + M2))}{M2} \quad (2)$$

##### 2.2.6.3 Çözünürlük tayini

Muz kabuğu tozundan 100 mg tartılarak 10 mL suya eklenmiş ve oda sıcaklığında manyetik karıştırıcıda 500 rpm hızında 30 dakika süre ile karışmaya bırakılmıştır. Süre sonunda örnekler 7500 rpm hızında 10 dakika santrifüj edilmiştir. Süpernetanttan 10 g alınarak sabit tartıma getirilen cam petri içerisine konulmuştur. Ardından örnekler 105 °C'de etüvde 24 saat süre ile kurumaya bırakılmıştır. Çözünürlük değeri aşağıdaki denklemle (3) hesaplanarak yüzde olarak ifade edilmiştir [6].

$$\text{Çözünürlük (\%)} = \frac{\text{Süpernetanttaki kuru madde miktarı (g)}}{\text{Başlangıçtaki örnek miktarı (g)}} * 100 \quad (3)$$

##### 2.2.6.4 Protein ve ham yağ tayini

Kjeldahl yöntemi ile toplam protein tayini gerçekleştirilmiştir. Azot değerleri (%) 6.25 katsayısı ile çarpılarak sonuçlar % protein olarak verilmiştir. Muz kabuğu tozundan 10 gram

tartılarak Soxhlet yöntemi ile yağ miktarı belirlenmiştir. Muz kabuğunun içerdiği yağ miktarı yüzde olarak hesaplanmıştır [20].

#### 2.2.7 Puding örneklerine uygulanan analizler

##### 2.2.7.1 Suda çözünür kuru madde analizi

Puding örneklerinden 5 g tartılarak üzerine 10 mL saf su eklenmiştir. Ardından örnekler manyetik karıştırıcı üzerinde 500 rpm hızında oda ısısında 1 saat süre ile karıştırılmıştır. Süre sonunda örnekler 4 °C'de 10 dakika 3000 rpm hızında santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernetant briks tayini için Abbe refraktometresinde ölçülmüştür. Sonuçlar yüzde çözünür kuru madde olarak verilmiştir [26].

##### 2.2.7.2 Serum ayrılması (sinerezis) tayini

Puding örneklerinden santrifüj tüplerine 10 g tartılarak örnekler 5000 rpm hızında 4 °C'de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası süpernetantın ağırlığı belirlenmiştir. Sonuçlar aşağıdaki denklemle (4) hesaplanarak yüzde olarak verilmiştir [17].

$$\text{Serum ayrılması (\%)} = \frac{\text{Süpernetant ağırlığı}}{\text{Örnek ağırlığı}} * 100 \quad (4)$$

##### 2.2.7.3 Viskozite

Puding örneklerinin viskozite değerleri viskozimetre cihazı kullanılarak L4 nolu prob ile 20 rpm dönme hızında gerçekleştirilmiştir. Viskozite ölçümleri 1 dakika süre boyunca alınmış ve sonuçlar cP cinsinden belirlenmiştir.

##### 2.2.7.4 İstatistiksel analiz

Pudinglerin formülasyon optimizasyonunda kullanılan D-optimal birleşik deneme tasarımı Design Expert programı (Version 7, Stat-Ease Inc., Minneapolis) ile oluşturulmuştur. İki tekrarlı ve iki paralelli olarak analizler gerçekleştirilmiştir. Örneklerin karşılaştırmaları Tukey çoklu karşılaştırma testi ile SPSS 22 paket programı (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) kullanılarak yapılmıştır.

### 3 Bulgular ve tartışma

#### 3.1 Muz kabuğunun kimyasal kompozisyonu

Puding formülasyonlarına eklenen muz kabuğuna ait bazı fizikokimyasal özellikler Tablo 3'de verilmiştir. Muz kabuğunun kuru madde, kül ve protein değerleri [7] ve [27] ile uyumlu belirlenmiştir. Yağ, pH ve titrasyon asitliği değerlerinde ise [2] ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. Su ve yağ tutma kapasiteleri [8]'in belirledikleri değerlerden (0.79-1.43 g/g ve 0.94-1.14 g/g) yüksek olmakla birlikte suda çözünürlük değerleri [28] ile benzer belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada yeşil muz kabuklarının %1'lik potasyum metabisülfite ile muamele edilmesinin %0.5'lik orana göre b\* değerlerinde artışa sebebiyet verdiğini belirlemişlerdir [27]. Çalışmamızdaki muz kabuklarının L\* aydınlık ve b\* sarılık değerleri [27] ve [29]'e göre daha yüksek tespit edilmiştir. Muz kabuklarının kurutma öncesi sitrik asit: sodyum metabisülfite çözeltisi (%50:50, v/v) ile muamelesinin kurutma sonrası renk değerlerini daha iyi koruduğu belirlenmiştir. MKT'nin toplam fenolik, toplam flavonoid ve antioksidan aktivite değerleri sırasıyla 3.32 mg GAE/g, 0.12 mg KE/g ve 1.35 mg TE/g olarak belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada [30], yeşil muz kabuğunun fenolik madde içeriğini 145-757 mg GAE/100 g olarak, başka bir çalışmada, mikrodalga ile kurutulmuş muz kabuklarının fenolik madde değerlerini 22.98-25.26 mg GAE/g olarak, DPPH ile antioksidan kapasite değerlerini 31.58-37.77 mg TE/g olarak belirlemişlerdir [29]. Kurutma metodu farklılıkları,

ekstraksiyon teknikleri, materyal çeşidi, hasat zamanı ve yetiştirilen ortam materyalin fizikokimyasal değerlerinde farklılıklara neden olduğu belirtilmektedir [7],[30].

Tablo 3. Muz Kabuğuna Ait Bazı Fizikokimyasal Değerler  
Table 3. Some Physicochemical Values of Banana Peel

Özellikler	MKT	
<b>Kuru Madde (%)</b>	95.17 ± 0.20	
<b>Kül (%)</b>	13.89 ± 0.04	
<b>Renk</b>	L*	62.17 ± 0.01
	a*	8.13 ± 0.01
	b*	31.76 ± 0.03
<b>pH</b>	4.92 ± 0.01	
<b>Titrasyon Asitliği (%)</b>	1.60 ± 0.21	
<b>Toplam Fenolik (mg GAE/g)</b>	3.32 ± 1.10	
<b>Toplam Flavonoid (mg KE/g)</b>	0.12 ± 0.04	
<b>DPPH (mg TE/g)</b>	1.35 ± 0.01	
<b>Su Tutma Kapasitesi (g/g)</b>	16.79 ± 2.51	
<b>Yağ Tutma Kapasitesi (g/g)</b>	3.82 ± 0.32	
<b>Ham yağ (%)</b>	5.69 ± 0.64	
<b>Protein (%)</b>	11.40 ± 0.19	
<b>Çözünürlük (%)</b>	2.93 ± 2.55	

\*Tabloda verilen değerler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.  
\*\*MKT: Muz kabuğu tozu, GAE: Gallik asit eşdeğeri, TE: Troluks eşdeğeri

### 3.2 Optimizasyon

D-optimal birleşik deney tasarımına göre belirlenen 11 puding üretim noktası Tablo 4'de verilmiştir. Bu tabloya göre puding formülasyonunda muz kabuğu tozu (MKT) ve nişasta oranları ile sorbitol ve sakaroz oranları test edilmiştir. Belirlenen deneme noktaları genel beğeni, toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde, antioksidan aktivite ve serum ayrılması

cevapları açısından değerlendirilmiştir. Duyusal açıdan MKT içermeyen kontrol grubu puding en yüksek beğeni puanı alırken fenolik madde, flavonoid madde ve antioksidan aktivite değerlerinin beklenildiği üzere MKT içeren pudinglerde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Tüketici talepleri besin içeriği yüksek fonksiyonel gıdalara yönelmekle birlikte bu ürünlerin duyu kabul edilebilirliğinin yüksek olmasını istemektedir. Ancak ürünlere fonksiyonel özellik kazandırılırken duyu açıdan kayıplar yaşanabilmektedir. Çalışmamızda ve literatürde bu duruma ait örnekler yer almaktadır [21],[26]. Muz kabuğunun puding formülasyonuna dahil edildiğine dair literatür çalışması bulunmamakla birlikte muz kabuğunun farklı gıda ürünlerine eklenmesiyle fenolik ve antioksidan aktivitenin artmasına dair veriler bulunmaktadır [31],[32]. Puding formülasyonlarına fenolik madde kaynağı maddelerin eklenmesi ile bu değerlerin arttığına dair veriler de bulunmaktadır [7]. Serum ayrılması değerleri şeker oranı ve türüne bağlı olarak değişim göstermemiştir. MKT içeren pudinglerin serum ayrılması değerleri değişiklik gösterirken, hiç MKT içermeyen pudinglerin serum ayrılması değerleri en yüksek değerlerde tespit edilmiştir. Serum ayrılması nişastanın retrogradasyonu sonucu bağlı olmayan suyun yapıdan uzaklaşması ile meydana gelen bir olaydır. Dolayısıyla sadece nişasta ile üretilen pudinglerin serum ayrılması değerlerinin yüksek olması beklenmektedir. Diyet lifi eklenmesinin pudinglerde serum ayrılması değerlerini düşürdüğü belirtilmektedir [21]. D-Optimal birleşik deneme tasarım çalışmasına göre elde edilen ANOVA tablosu ile 3 boyutlu yanıt-yüzey grafikleri Tablo 5 ve Şekil 3'te yer almaktadır. R<sup>2</sup> katsayılarının 1' e yakın değerlerde elde edilmesi regresyon modelinin dahil edilen değişkenler aralığına uygulanabilirliğinin kanıtı olarak kabul edilmektedir [33]. Genel beğeni, toplam fenolik, toplam flavonoid, antioksidan aktivite ve serum ayrılması R<sup>2</sup> değerleri sırası ile 0.9615, 0.9888, 0.9935, 0.9366, 0.9556 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4. D-optimal birleşik deney tasarımına göre puding örneklerinin formülasyonları ve cevapları  
Table 4. Formulations and responses of pudding samples according to D-optimal combined experimental design

	Karışım 1-1	Karışım 1-2	Karışım 2-1	Karışım 2-2	Cevap 1	Cevap 2	Cevap 3	Cevap 4	Cevap 5
<b>Deneme Noktası</b>	A:MKT (%)	B:Nişasta (%)	C:Sorbitol (%)	D:Sakaroz (%)	Genel Beğeni	Toplam Fenolik (mg GAE/g)	Antioksidan Aktivite (mg TE/g)	Toplam Flavonoid (mg KE/g)	Serum Ayrılması (%)
1	2.250	0.750	3.500	6.500	2.31	0.40	0.70	0.14	48.91
2	2.250	0.750	8.000	2.000	2.06	0.31	0.82	0.14	44.33
3	0.000	3.000	2.000	8.000	4.06	0.07	0.08	0.01	51.95
4	1.500	1.500	2.000	8.000	3.06	0.37	0.56	0.11	38.83
5	0.000	3.000	2.000	8.000	3.94	0.07	0.09	0.01	51.51
6	3.000	0.000	2.000	8.000	2.5	0.37	0.84	0.18	29.16
7	0.750	2.250	5.000	5.000	3.13	0.20	0.47	0.05	24.45
8	1.500	1.500	2.000	8.000	2.94	0.36	0.77	0.12	39.13
9	3.000	0.000	5.000	5.000	1.81	0.30	0.63	0.17	28.81
10	3.000	0.000	2.000	8.000	1.94	0.35	0.84	0.18	32.99
11	0.000	3.000	8.000	2.000	3.69	0.08	0.10	0.01	50.50

Tablo 5. D-optimal birleşik deneme tasarımı cevapları için varyans analizi  
Table 5. Analysis of variance for D-optimal combined trial design responses

Kaynak	Genel Beğeni	Toplam Fenolik	Toplam Flavonoid	Antioksidan Aktivite	Serum Ayrılması
<b>Model</b>	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
	Lineer x Lineer	Kuatretik x Lineer	Kuatretik x Ortalama	Kuatretik x Ortalama	Kübik x Ortalama
	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0002
<b>AB</b>	-	-	0.0021	0.0047	0.0728
<b>ABC</b>	-	0.0419	-	-	-
<b>ABD</b>	-	0.0003	-	-	-
<b>AB (A-B)</b>	-	-	-	-	<0.0001
<b>Uyum eksikliği</b>	0.8522	0.0560	0.2146	0.5484	0.1508
<b>R<sup>2</sup></b>	0.9615	0.9888	0.9935	0.9366	0.9556
<b>Ayarlanmış R<sup>2</sup></b>	0.9450	0.9776	0.9919	0.9208	0.9365
<b>Tahmini R<sup>2</sup></b>	0.8752	0.7590	0.9883	0.8767	0.8534

\*p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı farklılığı belirtmektedir.

\*\*A: MKT (muz kabuğu tozu), B: Nişasta, C: Sorbitol, D: Sakaroz

Modele ait cevaplar için belirlenen model denklemleri aşağıda verilmiştir.

Genel Beğeni = (0.041121 \* MKT \* sorbitol) + (0.079317 \* MKT \* sakaroz) + (0.11769 \* nişasta \* sorbitol) + (0.13454 \* nişasta \* sakaroz)

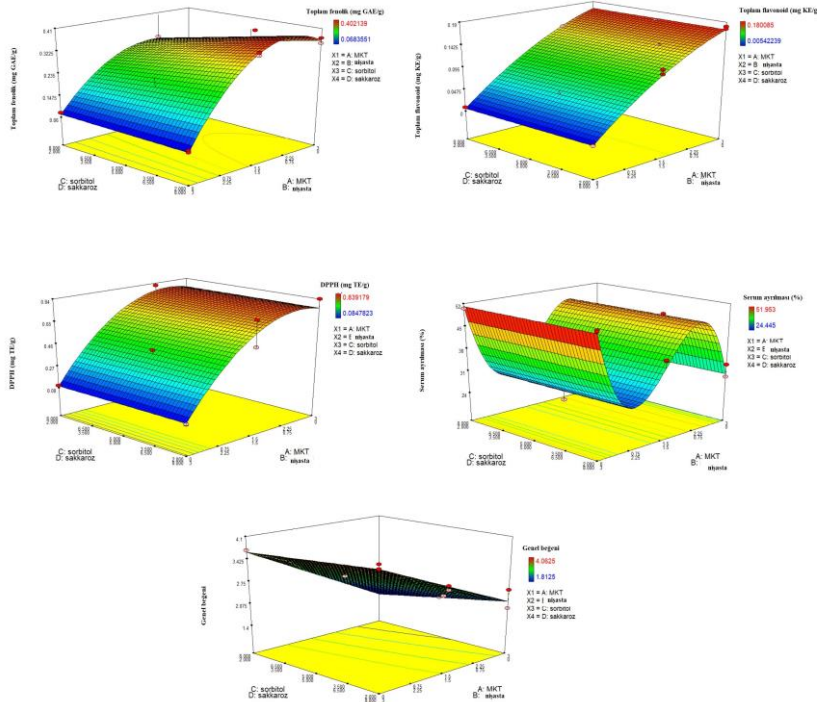
Toplam Fenolik = (7.72159E-003 \* MKT \* sorbitol) + (0.013249 \* MKT \* sakaroz) + (2.43330E-003 \* nişasta \* sorbitol) + (2.22000E-003 \* nişasta \* sakaroz) + (4.67461E-003

\* MKT \* nişasta \* sorbitol) + (7.01846E-003 \* MKT \* nişasta \* sakaroz)

Toplam Flavonoid = (0.058158 \* MKT) + (1.95097E-003 \* nişasta) + (8.78826E-003 \* MKT \* nişasta)

Antioksidan Aktivite = (0.25484 \* MKT) + (0.032016 \* nişasta) + (0.10475 \* MKT \* nişasta)

Serum ayrılması = (10.02549 \* MKT) + (17.02567 \* nişasta) - (1.68721 \* MKT \* nişasta) + (6.16522 \* MKT \* nişasta \* (MKT - nişasta))



Şekil 3. Bağımsız değişkenlerin cevap değişkenleri üzerine etkilerinin 3 boyutlu yanıt yüzey grafikleri  
Figure 3. 3D response surface graphs of the effects of independent variables on the response variables.

Puding formülasyonunda optimum formülasyon verileri Tablo 6' te verilmiştir.

Tablo 6. D-optimal birleşik tasarımı optimum nokta değerleri  
Table 6. D-optimal joint design optimum point values

Bileşenler				Cevaplar				
MKT	Nişasta	Sorbitol	Sakaroz	Genel Beğeni	Toplam Fenolik (mg GAE/g)	DPPH (mg TE/g)	Toplam Flavonoid (mg KE/g)	Serum Ayrılması (%)
1.35	1.65	2.00	8.00	3.13	0.35	0.63	0.10	33.68

\*MKT: Muz kabuğu tozu, GAE: Gallik asit eşdeğeri, TE: Troluks eşdeğeri

Üretilen pudinglerin diğer kalite analiz sonuçları Tablo 7'de görülmektedir. Deneme noktalarının kalite analizleri incelendiğinde pH değerlerinin puding formülasyonundaki MKT miktarının artışına bağlı olarak anlamlı şekilde ( $p<0.05$ ) azaldığı, titrasyon asitliği ve kül değerlerinin ise arttığı ( $p<0.05$ ) tespit edilmiştir. Muz kabuğu kaynaklı içeriklerin pH, asitlik ve kül değerlerini anlamlı olarak etkilediği görülmektedir. Benzer eğilim [26]'ın çalışmalarında da görülmüştür. Kuru madde değerleri arasında anlamlı bir farklılık görülmezken

suda çözünür kuru madde değeri en yüksek kontrol grubu pudingde bulunmuştur. Bu artışın kontrol grubu pudingde şeker olarak %100 sakaroz kullanımı nedeniyle olabileceği düşünülmektedir. MKT içeriğinin artması ile  $L^*$  ve  $b^*$  değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Bu renk değişimi kontrol grubu pudinglerden farklı olarak MKT' nin renginden ileri gelmektedir. Benzer şekilde [16]'ın puding örneklerinde de zerdeçalın renginin ürünlere yansıdığı belirtilmiştir.

Tablo 7. Puding örneklerinin fizikokimyasal özellikleri  
Table 7. Physicochemical properties of pudding samples

Deneme Noktası	pH	Titrasyon Asitliği (%)	Kuru madde (%)	Briks (%)	Kül (%)	Renk		
						$L^*$	$a^*$	$b^*$
1	6.09± 0.00 <sup>e</sup>	0.37± 0.02 <sup>b</sup>	24.90± 0.56 <sup>b</sup>	7.75± 0.29 <sup>bc</sup>	1.08± 0.03 <sup>ab</sup>	57.76± 0.12 <sup>f</sup>	1.85± 0.06 <sup>c</sup>	24.80± 0.02 <sup>i</sup>
2	6.15± 0.00 <sup>d</sup>	0.36± 0.01 <sup>b</sup>	26.16± 0.08 <sup>ab</sup>	7.75± 0.29 <sup>bc</sup>	1.06± 0.002 <sup>ab</sup>	57.66± 0.08 <sup>f</sup>	2.53± 0.01 <sup>b</sup>	27.7± 0.05 <sup>h</sup>
3	6.67± 0.00 <sup>a</sup>	0.16± 0.001 <sup>e</sup>	26.97± 0.01 <sup>ab</sup>	8.00± 0.41 <sup>ab</sup>	0.75± 0.04 <sup>b</sup>	82.96± 0.11 <sup>a</sup>	-5.87± 0.01 <sup>g</sup>	41.33± 0.03 <sup>b</sup>
4	6.23± 0.00 <sup>c</sup>	0.29± 0.005 <sup>c</sup>	26.24± 1.58 <sup>ab</sup>	6.69± 0.38 <sup>c</sup>	0.97± 0.01 <sup>ab</sup>	63.19± 0.09 <sup>e</sup>	0.97± 0.07 <sup>d</sup>	28.74± 0.03 <sup>g</sup>
5	6.66± 0.01 <sup>ab</sup>	0.14± 0.003 <sup>e</sup>	27.90± 0.70 <sup>a</sup>	7.94± 0.38 <sup>ab</sup>	0.78± 0.02 <sup>b</sup>	82.84± 0.02 <sup>a</sup>	-5.94± 0.01 <sup>gh</sup>	42.57± 0.09 <sup>a</sup>
6	5.94± 0.01 <sup>f</sup>	0.46± 0.04 <sup>a</sup>	25.57± 0.51 <sup>ab</sup>	7.25± 0.58 <sup>bc</sup>	1.22± 0.02 <sup>a</sup>	49.52± 0.09 <sup>h</sup>	2.59± 0.09 <sup>b</sup>	21.91± 0.06 <sup>j</sup>
7	6.66± 0.01 <sup>ab</sup>	0.22± 0.01 <sup>d</sup>	26.68± 0.49 <sup>ab</sup>	6.75± 0.29 <sup>c</sup>	0.86± 0.01 <sup>ab</sup>	70.98± 0.04 <sup>c</sup>	-1.49± 0.01 <sup>f</sup>	32.05± 0.03 <sup>f</sup>
8	6.26± 0.02 <sup>c</sup>	0.29± 0.01 <sup>c</sup>	26.87± 0.08 <sup>ab</sup>	8.06± 0.59 <sup>ab</sup>	0.72± 0.35 <sup>b</sup>	64.40± 0.12 <sup>d</sup>	0.42± 0.06 <sup>e</sup>	33.96± 0.04 <sup>e</sup>
9	5.97± 0.02 <sup>f</sup>	0.41± 0.01 <sup>ab</sup>	26.38± 0.70 <sup>ab</sup>	7.06± 0.24 <sup>bc</sup>	1.25± 0.07 <sup>a</sup>	53.66± 0.06 <sup>g</sup>	2.81± 0.02 <sup>a</sup>	25.11± 0.04 <sup>i</sup>
10	5.94± 0.01 <sup>f</sup>	0.44± 0.01 <sup>a</sup>	26.19± 0.07 <sup>ab</sup>	7.31± 0.38 <sup>ab</sup>	1.23± 0.05 <sup>a</sup>	47.16± 0.01 <sup>i</sup>	2.89± 0.02 <sup>a</sup>	20.88± 0.04 <sup>k</sup>
11	6.70± 0.01 <sup>a</sup>	0.16± 0.002 <sup>e</sup>	26.26± 0.03 <sup>ab</sup>	7.94± 0.13 <sup>ab</sup>	0.78± 0.03 <sup>b</sup>	80.93± 0.02 <sup>b</sup>	-7.26± 0.01 <sup>i</sup>	38.16± 0.04 <sup>d</sup>
KP	6.63± 0.01 <sup>b</sup>	0.15± 0.02 <sup>e</sup>	26.30± 0.22 <sup>ab</sup>	8.94± 0.85 <sup>a</sup>	0.78± 0.06 <sup>b</sup>	82.9± 0.02 <sup>a</sup>	-5.98± 0.01 <sup>h</sup>	41.03± 0.04 <sup>c</sup>

\*Tabloda verilen değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir. Tablo üzerinde aynı sütunda verilen farklı harfler Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre örnekler arasında anlamlı farklılığın olduğunu ( $p<0.05$ ) belirtmektedir.

\*\*KP: MKT ve sorbitol içermeyen kontrol puding

Pudinglerin duyu değerlendirmeleri renk-görünüş, kıvam-kasıka, kıvam-ağızda, koku, lezzet/aroma, tatlılık, tekstür, ağız hissi, ağızda kalan yabancı tat, acılık, burukluk, genel beğeni ve satın alma kriterlerine göre gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 8'de verilmiştir. Renk-görünüş ve kıvam değerlendirme kriterleri açısından kontrol grubu ile birlikte MKT içermeyen puding örnekleri en yüksek beğeni puanı

almıştır. Pudinglerin koku değerlerine panelistler tarafından 2.27-3.80 aralığında puanlar verilmiştir. Kontrol grubu ile %3 MKT içeren örnekler arasında koku açısından anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ( $p>0.05$ ). Dolayısıyla muz kabuğu kaynaklı olumsuz bir kokunun puding örneklerine yansımadığı söylenebilir. Lezzet/aroma kriteri açısından MKT oranı az olan örnekler ile kontrol örnekleri daha yüksek beğeni puanı

almışlardır. Tatlılık değerlerine bakıldığında sorbitol ve/veya sakaroz ile üretilen pudinglerin tat değerleri farklılık oluşturmamıştır. Panelistler tat açısından pudingler arasında net bir ayrıma varamamışlardır. Bu açıdan sorbitol ve sakaroz karışımı pudingleri herhangi bir tat kaybına uğratmadan kalori düşürmede kullanım alanı bulabilir. Tekstür ve ağız hissi değerlendirme kriterlerine göre kontrol grubu, MKT içeren puding örneklerine göre daha yüksek beğeni puanı almıştır. Ağızda kalan yabancı tat, acılık ve burukluk MKT içeren pudinglerde hissedilmiş ve bu hisse pudinglere eklenen muz kabuğu tozunun etkisinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Muz kabuğunun içerdiği özellikle fenolik bileşik kaynaklı maddelerin acılık ve burukluğunun pudinglere yansıdığı tespit

edilmiştir. Pudinglerin genel beğeni ve satın alma verileri değerlendirildiğinde panelistler kontrol grubunu duysal olarak daha kabul edilebilir bulmuşlardır. Muz kabuğu tozunun nişasta ile birebir ikame edilmesi pudinglerin satın alma ve beğeni puanlarını düşürmüştür. Yapılan bir çalışmada [32] muz kabuğu eklenen "noodle" ların lezzet beğeni puanlarının düştüğünü, bu düşüşün kabuğun içinde acı bir tat veren tanenlerin varlığına bağlı olabileceğini belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada [31] muz kabuğu içeren keklerin kontrol grubu kekler ile duysal kabul edilebilirlikleri arasında fark olmadığını belirtmişlerdir. Muz kabuğu lifi ile simbiyotik yoğurt üretilen bir çalışmada [34] duysal kabul edilebildiklerinde ve lezzetlerinde düşüş gördüklerini ifade etmişlerdir.

Tablo 8. Puding örneklerinin duysal analiz sonuçları  
Table 8. Sensory analyses of pudding samples

Duysal Özellikler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	KP
<b>Renk-Görünüş</b>	2.27± 1.03 <sup>bcd</sup> e	2.07± 1.03 <sup>cde</sup>	4.20± 0.68 <sup>a</sup>	3.07± 1.03 <sup>bc</sup>	4.33± 0.62 <sup>a</sup>	2.20± 1.01 <sup>cde</sup>	3.33± 0.98 <sup>ab</sup>	2.93± 0.88 <sup>bcd</sup>	1.87± 0.92 <sup>de</sup>	1.73± 0.88 <sup>e</sup>	4.27± 0.80 <sup>a</sup>	4.23± 0.64 <sup>a</sup>
<b>Kıvam-Kaşıklık</b>	2.07± 0.80 <sup>c</sup>	2.27± 0.70 <sup>c</sup>	3.80± 0.86 <sup>a</sup>	2.87± 0.92 <sup>abc</sup>	3.53± 0.74 <sup>a</sup>	2.53± 0.64 <sup>bc</sup>	3.33± 0.82 <sup>ab</sup>	3.27± 0.80 <sup>ab</sup>	2.07± 0.70 <sup>c</sup>	2.00± 0.76 <sup>c</sup>	3.47± 0.74 <sup>ab</sup>	3.46± 0.66 <sup>ab</sup>
<b>Kıvam-Ağızda</b>	2.13± 0.74 <sup>de</sup>	1.93± 0.59 <sup>de</sup>	4.00± 0.93 <sup>ab</sup>	2.93± 0.80 <sup>bcd</sup>	3.60± 0.91 <sup>ab</sup>	2.33± 0.98 <sup>cde</sup>	3.47± 0.92 <sup>ab</sup>	2.93± 1.22 <sup>bcd</sup>	1.80± 0.77 <sup>e</sup>	2.00± 0.93 <sup>de</sup>	3.40± 0.91 <sup>abc</sup>	4.07± 0.96 <sup>a</sup>
<b>Koku</b>	3.13± 0.92 <sup>ab</sup>	2.80± 1.08 <sup>ab</sup>	3.73± 1.22 <sup>a</sup>	2.80± 1.15 <sup>ab</sup>	3.80± 1.21 <sup>a</sup>	3.07± 1.28 <sup>ab</sup>	3.13± 1.36 <sup>ab</sup>	3.07± 1.22 <sup>ab</sup>	2.27± 0.96 <sup>b</sup>	2.60± 1.12 <sup>ab</sup>	3.33± 0.40 <sup>ab</sup>	3.73± 1.28 <sup>ab</sup>
<b>Lezzet/Aroma</b>	2.60± 0.83 <sup>d</sup>	2.20± 0.86 <sup>d</sup>	4.27± 0.88 <sup>ab</sup>	3.13± 1.30 <sup>bcd</sup>	4.00± 0.93 <sup>abc</sup>	2.87± 1.25 <sup>cd</sup>	3.07± 0.10 <sup>cd</sup>	2.93± 0.10 <sup>cd</sup>	2.06± 0.88 <sup>d</sup>	2.13± 0.74 <sup>d</sup>	4.00± 0.93 <sup>abc</sup>	4.38± 0.72 <sup>a</sup>
<b>Tatlılık</b>	3.07± 0.88 <sup>cd</sup>	2.27± 0.80 <sup>d</sup>	4.20± 0.77 <sup>ab</sup>	3.13± 0.99 <sup>bcd</sup>	4.00± 0.85 <sup>abc</sup>	3.20± 1.15 <sup>bcd</sup>	3.27± 1.03 <sup>bcd</sup>	3.20± 0.94 <sup>bcd</sup>	2.40± 0.83 <sup>d</sup>	2.47± 0.83 <sup>d</sup>	3.93± 0.88 <sup>abc</sup>	4.38± 0.82 <sup>a</sup>
<b>Tekstür</b>	2.27± 0.70 <sup>bcd</sup>	2.27± 0.80 <sup>bcd</sup>	4.00± 0.65 <sup>a</sup>	3.00± 0.76 <sup>abc</sup>	3.73± 0.80 <sup>a</sup>	2.33± 1.05 <sup>bcd</sup>	3.27± 0.88 <sup>ab</sup>	3.00± 1.07 <sup>abc</sup>	1.73± 0.70 <sup>d</sup>	2.00± 0.93 <sup>cd</sup>	3.73± 0.80 <sup>a</sup>	3.92± 0.64 <sup>a</sup>
<b>Ağız Hissi</b>	2.20± 1.01 <sup>def</sup>	1.93± 0.88 <sup>ef</sup>	4.13± 0.64 <sup>ab</sup>	2.67± 0.82 <sup>cde</sup>	3.73± 0.80 <sup>abc</sup>	2.27± 0.96 <sup>def</sup>	3.07± 1.03 <sup>bcd</sup>	2.73± 1.03 <sup>cde</sup>	1.53± 0.83 <sup>f</sup>	1.87± 0.92 <sup>ef</sup>	3.53± 1.06 <sup>abc</sup>	4.20± 0.68 <sup>a</sup>
<b>Yabancı Tat</b>	2.80± 1.15 <sup>abc</sup>	2.93± 1.33 <sup>ab</sup>	1.33± 0.49 <sup>d</sup>	2.47± 1.25 <sup>abcd</sup>	1.60± 1.24 <sup>bcd</sup>	2.72± 1.33 <sup>abc</sup>	2.00± 1.31 <sup>abcd</sup>	2.40± 1.06 <sup>abcd</sup>	3.33± 1.05 <sup>a</sup>	3.20± 1.47 <sup>a</sup>	1.53± 0.99 <sup>cd</sup>	1.15± 0.59 <sup>d</sup>
<b>Acılık</b>	2.13± 1.25 <sup>ab</sup>	2.40± 1.45 <sup>a</sup>	1.33± 0.82 <sup>ab</sup>	1.73± 1.03 <sup>ab</sup>	1.53± 1.25 <sup>ab</sup>	2.00± 1.31 <sup>ab</sup>	1.73± 1.28 <sup>ab</sup>	1.80± 0.77 <sup>ab</sup>	2.20± 1.01 <sup>ab</sup>	2.27± 1.67 <sup>ab</sup>	1.47± 0.92 <sup>ab</sup>	1.00± 0.52 <sup>b</sup>
<b>Burukluk</b>	2.80± 1.26 <sup>ab</sup>	3.00± 1.41 <sup>ab</sup>	1.33± 0.72 <sup>cd</sup>	2.53± 1.30 <sup>abcd</sup>	1.60± 1.24 <sup>bcd</sup>	2.67± 1.29 <sup>abc</sup>	2.33± 1.35 <sup>abcd</sup>	2.60± 1.06 <sup>abc</sup>	3.33± 1.05 <sup>a</sup>	2.93± 1.53 <sup>ab</sup>	1.73± 0.96 <sup>bcd</sup>	1.27± 0.59 <sup>d</sup>
<b>Genel Beğeni</b>	2.31± 0.90 <sup>cdef</sup>	2.07± 0.88 <sup>def</sup>	4.06± 0.68 <sup>a</sup>	3.07± 0.96 <sup>abcd</sup>	3.93± 1.03 <sup>ab</sup>	2.50± 0.92 <sup>cdef</sup>	3.13± 1.06 <sup>abc</sup>	2.93± 1.03 <sup>bcd</sup>	1.81± 0.77 <sup>f</sup>	1.94± 0.76 <sup>ef</sup>	3.68± 0.94 <sup>ab</sup>	4.00± 0.65 <sup>a</sup>
<b>Ürünü satın almak ister misiniz?</b>	1.67± 1.45 <sup>d</sup>	1.40± 0.83 <sup>d</sup>	4.33± 0.98 <sup>a</sup>	2.33± 1.23 <sup>bc</sup>	3.40± 1.55 <sup>abc</sup>	1.53± 1.19 <sup>d</sup>	2.07± 1.28 <sup>cd</sup>	1.80± 1.26 <sup>d</sup>	1.13± 0.52 <sup>d</sup>	1.27± 0.70 <sup>d</sup>	3.67± 0.98 <sup>ab</sup>	3.46± 1.60 <sup>abc</sup>

\*Tabloda verilen değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir. Tablo üzerinde aynı satırda verilen farklı harfler Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre örnekler arasında anlamlı farklılığın olduğunu (p<0.05) belirtmektedir.

\*\*KP: MKT ve sorbitol içermeyen kontrol puding

Puding örneklerinin depolama çalışmaları hem optimum üretim şartlarında üretilmiş pudingde hem de kontrol pudingde gerçekleştirilmiştir. Kuru madde değerleri her iki puding örneği için de 0. günden sonra azalmaya başlamış, kül değeri optimum puding için depolama günleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (p>0.05) (Tablo 9). Serum ayrılması değerleri optimum ve kontrol pudinglerde depolama gününün artmasına bağlı olarak artış göstermiş, bu artış kontrol pudingde daha fazla görülmüştür (p<0.05). Yapılan bir çalışmada [34] muz kabuğu lifi ile ürettikleri yoğurtların serum ayrılması değerlerinin muz kabuğu lifi oranının artmasına bağlı olarak azalma gösterdiğini ileri sürmüşlerdir. Dolayısıyla diyet lifinin ürünlerin serum

ayrılması değerlerine olumlu anlamda katkı sağladığı yorumu yapılabilir. Puding örneklerinin pH değerleri depolama ile birlikte artış göstermekle birlikte 5. ve 10. gün depolama süreleri değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ayrıca optimum pudingin pH değeri kontrole göre daha düşük, asitlik ve briks değerleri benzer tespit edilmiştir. Optimum pudinglerin toplam fenolik madde değerleri ile depolama zamanları arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Benzer durum kontrol pudingde de görülmüştür. Kontrol pudingde toplam flavonoid madde miktarı açısından depolama zamanının anlamlı bir etkisi yoktur. Muz kabuğu ile zenginleştirilen yoğurt çalışmasında [7] zenginleştirilen ve kontrol yoğurtların depolama zamanlarına bağlı olarak toplam



fenolik madde değerleri arasında anlamlı bir farklılık olmadığını, antioksidan aktivite değerlerinin ise her iki grup yoğurt örneklerinde çalışmamızla benzer şekilde artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Viskozite değerleri MKT içeren optimum pudingde 0. günde kontrol pudinge göre daha yüksek

belirlenmiş, depolama zamanının artmasıyla birlikte düşüş görülmüştür. MKT' nin pudinglere eklenmesi viskozite değerini artırmıştır. MKT' de bulunan diyet lifinin bu artışa sebep olmuş olabileceği düşünülmektedir. Benzer durum [35],[36] çalışmalarında da görülmüştür.

Tablo 9. Puding örneklerinin depolama analizleri sonuçları  
Table 9. Storage analysis results of pudding samples

Özellikler	Depolama Zamanı (gün)					
	0. gün		5. gün		10. gün	
Puding örnekleri	OP	KP	OP	KP	OP	KP
	<b>Kuru Madde (%)</b>	27.11± 0.18 <sup>b</sup>	27.85± 0.02 <sup>a</sup>	25.19± 0.04 <sup>e</sup>	25.77± 0.14 <sup>d</sup>	25.79± 0.01 <sup>d</sup>
<b>Kül (%)</b>	1.07± 0.002 <sup>a</sup>	0.92± 0.03 <sup>bc</sup>	0.99± 0.02 <sup>ab</sup>	0.86± 0.04 <sup>c</sup>	1.06± 0.04 <sup>a</sup>	0.77± 0.01 <sup>d</sup>
<b>Serum ayrılması (%)</b>	33.96± 0.64 <sup>c</sup>	46.65± 0.71 <sup>b</sup>	47.70± 1.25 <sup>b</sup>	57.75± 0.24 <sup>a</sup>	49.66± 0.84 <sup>b</sup>	60.90± 1.1 <sup>6a</sup>
<b>pH</b>	6.21± 0.01 <sup>d</sup>	6.62± 0.00 <sup>b</sup>	6.38± 0.01 <sup>c</sup>	6.68± 0.01 <sup>a</sup>	6.39± 0.01 <sup>c</sup>	6.71± 0.01 <sup>a</sup>
<b>Titrasyon Asitliği (%)</b>	0.03± 0.01 <sup>a</sup>	0.02± 0.004 <sup>a</sup>	0.04± 0.03 <sup>a</sup>	0.03± 0.01 <sup>a</sup>	0.03± 0.02 <sup>a</sup>	0.02± 0.01 <sup>a</sup>
<b>Briks (%)</b>	7.00± 0.00 <sup>ab</sup>	7.88± 0.18 <sup>ab</sup>	7.25± 0.71 <sup>ab</sup>	7.38± 0.18 <sup>ab</sup>	6.67± 0.29 <sup>b</sup>	8.13± 0.18 <sup>a</sup>
<b>Fenolik Madde (mg GAE/g)</b>	0.40± 0.05 <sup>a</sup>	0.06± 0.02 <sup>b</sup>	0.37± 0.01 <sup>a</sup>	0.03± 0.01 <sup>b</sup>	0.36± 0.03 <sup>a</sup>	0.08± 0.02 <sup>b</sup>
<b>Flavonoid Madde (mg KE/g)</b>	0.13± 0.01 <sup>a</sup>	0.02± 0.001 <sup>c</sup>	0.10± 0.01 <sup>b</sup>	0.02± 0.01 <sup>c</sup>	0.12± 0.01 <sup>ab</sup>	0.01± 0.01 <sup>c</sup>
<b>Antioksidan Aktivite (mg TE/g)</b>	0.52± 0.04 <sup>b</sup>	0.03± 0.03 <sup>d</sup>	0.41± 0.02 <sup>c</sup>	0.05± 0.01 <sup>d</sup>	0.63± 0.03 <sup>a</sup>	0.09± 0.01 <sup>d</sup>
<b>Viskozite (cp)</b>	2040.35 ±65.14 <sup>a</sup>	1607± 46.90 <sup>b</sup>	774.87± 10.53 <sup>c</sup>	672.1± 34.95 <sup>d</sup>	533.35± 7.36 <sup>e</sup>	530.83± 52.57 <sup>e</sup>

\*Tabloda verilen değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir. Tablo üzerinde aynı satırda verilen farklı harfler Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre depolama günleri ve örnekler arasında anlamlı farklılığın olduğunu (p<0.05) belirtmektedir.

\*\*KP: kontrol puding, OP: optimum üretim şartlarında üretilen puding.

#### 4 Sonuçlar

Muz kabuğu sodyum metabisülfid ve sitrik asit ile kurutma öncesi muamele edilerek muz kabuklarının kararması minimuma indirilmiştir. Böylece üretilen pudinglerin duysal olarak renklerinde kabul edilebilirlik açısından bir ön yargının oluşması elimine edilmiştir. Puding formülasyonunda muz kabuğu tozu ve sorbitolün kullanım miktarlarını optimize etmek amacıyla D-optimal birleşik deneme tasarımı kullanılmıştır. Üretilen pudinglerin toplam fenolik, antioksidan aktivite, toplam flavonoid, serum ayrılması ve genel beğeni açısından değerleri belirlenmiştir. Puding formülasyonlarında sakaroz yerine sorbitol kullanımı ile tatlılık açısından panelistler anlamlı bir fark bulamamışlardır. Dolayısıyla pudinglerde sakaroz yerine ikame olarak sorbitol kullanımı ile benzer tatlılıkta ve daha düşük kaloride ürün elde etmek mümkün olabileceği tespit edilmiştir. Muz kabuğu tozu kullanımının ise puding örneklerinde toplam fenolik, toplam flavonoid ve antioksidan aktiviteyi anlamlı olarak artırdığı (p<0.05), serum ayrılması ve genel beğeni puanını düşürdüğü belirlenmiştir. Muz kabuğunun içerdiği aktif bileşikler ve diyet lifi içeriğinin muz kabuğu ile üretilen pudinglerin özelliklerine katkı sağladığı, duysal açıdan ise yüksek oranda kullanımının

duysal beğeni puanlarını düşürdüğü, bu nedenle biyoaktif içerikte azalmaya neden olmayacak sınırlarda pudinglere eklenmesinin uygun olacağı görülmüştür. Muz kabuğunun içerdiği diyet lifi ile birlikte pudinglere eklenen sorbitolün pudinglerin kalori değerlerini düşürmede kullanılabileceği öngörülmüştür. Optimum deneme koşullarında üretilen puding ile kontrol grubu pudinglerin 10 gün süre ile depolanması sonucu optimum pudingde fenolik madde miktarı değişiminin stabil olduğu (p>0.05), antioksidan aktivite değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Kontrol grubu pudingde de benzer eğilim görülmüş fakat değerleri optimum puding değerlerinden anlamlı olarak düşük belirlenmiştir. Serum ayrılması değerleri depolama ile birlikte artış göstermiş, bu artış optimum pudingde anlamlı olarak daha az tespit edilmiştir. Sonuç olarak, muz kabuğu diyet lifi ve biyoaktif bileşiklerinin puding formülasyonlarına duysal kabul edilebilirliği azaltmayacak oranda eklenmesinin atık bir gıda materyalinin değerlendirilmesine olanak sağlayacağı, sakaroz yerine sorbitol kullanımının ise pudiglerde tat kaybı yaşatmadan formülasyona eklenebileceği görülmüştür. Muz kabuğu biyoaktif bileşikleri ile sorbitol içeren pudingler, tüketicilerin fonksiyonel bileşiklerin sağlık yararlarına olan ilgisini çekmek için uygun bir gıda formatı olabilir.

## 5 Conclusions

Banana peel was treated with sodium metabisulfite and citric acid before drying to minimize darkening of banana peels. Thus, any prejudice in terms of sensory acceptability of the produced puddings was eliminated. D-optimal combined experimental design was used to optimize the usage amounts of banana peel powder and sorbitol in the pudding formulation. The values of the produced puddings were determined in terms of total phenolic, antioxidant activity, total flavonoid, serum separation and general liking. Panelists could not find a significant difference in terms of sweetness with the use of sorbitol instead of sucrose in pudding formulations. Therefore, it was determined that it would be possible to obtain a product with similar sweetness and lower calories by using sorbitol as a substitute for sucrose in puddings. It was determined that the use of banana peel powder significantly increased total phenolic, total flavonoid and antioxidant activity in pudding samples ( $p < 0.05$ ) and decreased serum separation and general liking scores. It has been observed that the active compounds and dietary fiber content contained in banana peel contribute to the properties of puddings produced with banana peel, and that high levels of use reduce sensory appreciation scores, and therefore it would be appropriate to add them to puddings at limits that will not cause a decrease in bioactive content. It has been predicted that sorbitol added to puddings together with the dietary fiber contained in banana peel can be used to reduce the caloric values of puddings. As a result of storing the pudding produced under optimum experimental conditions and the control group puddings for 10 days, it was determined that the change in the amount of phenolic substance in the optimum pudding was stable ( $p > 0.05$ ) and antioxidant activity values increased. A similar trend was observed in the control group pudding, but its values were determined to be significantly lower than the optimum pudding values. Serum separation values increased with storage, and this increase was significantly less in the optimum pudding. As a result, it was observed that adding banana peel dietary fiber and bioactive compounds to pudding formulations at a rate that would not reduce sensory acceptability would enable the evaluation of a waste food material, and using sorbitol instead of sucrose could be added to the formulation without causing any loss of taste in the puddings. Puddings containing banana peel bioactive compounds and sorbitol could be a suitable food format to attract consumers' attention to the health benefits of functional compounds.

## 6 Teşekkür

## 7 Yazar katkı beyanı

Gerçekleştirilen çalışmada Yazar 1 ve Yazar 2 deneylerin yapılmasında, Yazar 3 sonuçların değerlendirilmesi ve makalenin yazım ve kontrolünde, Yazar 4 fikrin oluşması, tasarımın yapılması ve yazım denetimi açısından makalenin kontrol edilmesi başlıklarında katkı sunmuşlardır.

## 8 Etik kurul onayı ve çıkar çatışması beyanı

"Hazırlanan makalede etik kurul izni alınmasına gerek yoktur"  
"Hazırlanan makalede herhangi bir kişi/kurum ile çıkar çatışması bulunmamaktadır"

## 9 Kaynaklar

- [1] Marendra F. R. B, Colodel C, Canteri M. H. G, de Olivera Müller C. M, Amante E. R, de Oliveira Petkowicz C. L, de Mello Castanho Amboni R. D. "Investigation of cell wall polysaccharides from flour made with waste peel from unripe banana (*Musa sapientum*) biomass". *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(9), 4363-4372, 2019.
- [2] TÜRKEER B, Savlak N, Kaşıkçı M. B. "Effect of green banana peel flour substitution on physical characteristics of gluten-free cakes". *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 4, 197-204, 2016.
- [3] Fatemeh S. R, Saifullah R, Abbas F. M. A, Azhar M. E. "Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of banana pulp and peel flours: influence of variety and stage of ripeness". *International Food Research Journal*, 19(3), 2012.
- [4] Emaga T. H, Andrianaivo R. H, Wathelet B, Tchango J. T, Paquot M. "Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels". *Food Chemistry*, 103(2), 590-600, 2007.
- [5] Hu H, Jiang H, Sang S, McClements D. J, Jiang L, Wen J, ... Qiu C. "Research advances in origin, applications, and interactions of resistant starch: Utilization for creation of healthier functional food products". *Trends in Food Science & Technology*, 104519, 2024.
- [6] Bakar S. K. S. A, Ahmad N, Jailani F. "Chemical and functional properties of local banana peel flour". *J. Food Nutr. Res*, 6(8), 492-496, 2018.
- [7] Kabir M. R, Hasan M. M, Islam M. R, Haque A. R, Hasan S. K. "Formulation of yogurt with banana peel extracts to enhance storability and bioactive properties". *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(3), e15191, 2021.
- [8] Martins A. N. A, Pasquali M. A. D. B, Schnorr C. E, Martins J. J. A, de Araújo G. T, Rocha A. P. T. "Development and characterization of blends formulated with banana peel and banana pulp for the production of blends powders rich in antioxidant properties". *Journal of Food Science And Technology*, 56, 5289-5297, 2019.
- [9] Konak R, Kösoğlu İ, Nilgün T. A. N, Kocataş H. "Siyah meyveli incir çeşitlerinin kurutularak değerlendirilmesi". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(9), 394-397, 2015.
- [10] Basu S, Shivhare U. S. "Rheological, textural, microstructural, and sensory properties of sorbitol-substituted mango jam". *Food and Bioprocess Technology*, 6, 1401-1413, 2013.
- [11] Le A. S, Mulderrig K. B. Sorbitol and mannitol. In L. O. Nabors (Ed.), *Alternative Sweeteners* (3rd Ed.). New York: Marcel Dekker, 2001.
- [12] Demirag K, Elmaci Y, Altug. "Formulation and quality evaluation of reduced sugar and reduced calorie kazandibi". *Journal of food quality*, 22(1), 101-108, 1999.
- [13] Ghanbarzadeh B, Hoseinipour L, Soltani M, Mofid V, Hosseini H. "Optimizing the sensory properties and investigating the rheological properties of low-calorie dairy dessert containing sucralose-sorbitol sweetener with the D-optimal mixed design method". *Food Research Journal*, 33(1), 143-16, 2023.
- [14] Sasikala P, Kotilinga R. Y, Rao K. N, Bhaskar R. G. "Process optimization for the development of grape pulp enriched low-calorie ice cream made with sucralose and sorbitol". *Indian J Dairy Sci*, 76(1), 30-37, 2023.

- [15] Mujianto M, Zalizar L, Damat D, Relawati R, Harini N, Andoko E., ... Iswahyudi I. "Effect of Stevia Leaf Extract Substitution on Functional Pudding Characteristics". In *BIO Web of Conferences* (Vol. 104, p. 00028). EDP Sciences, 2024.
- [16] Choobkar N, Daraei Garmakhany A, Aghajani A. R, Atae M. "Response surface optimization of pudding formulation containing fish gelatin and clove (*Syzygium aromaticum*) and cinnamon (*Cinnamomum verum*) powder: Effect on color, physicochemical, and sensory attributes of the final pudding product". *Food Science & Nutrition*, 10(4), 1257-1274, 2022.
- [17] Aktaş A, Gölge E. "Mikroenkapsüle Edilmiş Propolis Ekstraktının Muz Aromalı Puding Üretiminde Kullanımı". *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 10(2), 587-604, 2022.
- [18] Oliveira T. Í. S, Rosa M. F, Ridout M. J, Cross K, Brito E. S, Silva L. M, ...Azeredo H. M. "Bionanocomposite films based on polysaccharides from banana peels". *International Journal of Biological Macromolecules*, 101, 1-8.
- [19] Abdo Qasem, A. A, Alamri M. S, Mohamed A. A, Hussain S, Mahmood K, Ibraheem M. A. "High soluble-fiber pudding: Formulation, processing, texture and sensory properties". *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(3), e12931, 2017.
- [20] Cemeroglu B. (2013). Gıda analizlerinde genel yöntemler. Gıda Analizleri, Cemeroglu, B.S. (baş ed.), Bizim Grup Basımevi, Ankara, Türkiye, s.1-85.
- [21] Erem F. "Physicochemical, sensory, and bioactive properties of gluten-free puddings produced with Aronia derivatives". *Gıda*, 48(2), 243-255, 2023.
- [22] Singleton V. L, Orthofer R, Lamuela-Raventós R. M. "Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent". In *Methods in enzymology*, 299, pp. 152-178, 1999.
- [23] Zhuang X. P, Lu Y. Y, Yang G. S. "Extraction and determination of flavonoid in ginkgo". *Chinese herbal medicine*, 23, 122-124, 1999.
- [24] Singh R. P, Chidambara Murthy K. N, Jayaprakasha G. K. "Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using in vitro models". *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(1), 81-86, 2002.
- [25] Ergül N, Karakaya S. "Fenilketonüri hastaları için maviyemiş *Vaccinium corymbosum* L. içeren toz puding karışımı üretimi". *Akademik Gıda*, 11(2), 28-36, 2013.
- [26] Lee J. H, Choi I. S. "Physicochemical characteristics and consumer acceptance of puddings fortified with *Cudrania tricuspidata* and *Aronia melanocarpa* extracts". *Food Science & Nutrition*, 8(9), 4936-4943, 2020.
- [27] Dhake K, Jain S. K, Jagtap S, Pathare P. B. "Effect of Pretreatment and Temperature on Drying Characteristics and Quality of Green Banana Peel". *AgriEngineering*, 5(4), 2064-2078, 2023.
- [28] Kumar P. S, Nambi, E, Shiva K. N, Vaganan M. M, Ravi I, Jeyabaskaran K. J, Uma S. Thin layer drying kinetics of Banana var. Monthan (ABB): Influence of convective drying on nutritional quality, microstructure, thermal properties, color, and sensory characteristics". *Journal of Food Process Engineering*, 42(4), e13020, 2019.
- [29] Vu H. T, Scarlett C. J, Vuong Q. V. "Effects of drying conditions on physicochemical and antioxidant properties of banana (*Musa cavendish*) peels". *Drying technology*, 35(9), 1141-1151, 2017.
- [30] Rodrigues M. C. K, Oro C. E. D, Puton B. M. S, Wisniewski M. S. W, Fernandes I. A, Cansian R. L, ... Junges A. "Potential use of green banana peel waste: modeling of drying and determination of physicochemical and antioxidant properties". *Biomass Conversion and Biorefinery*, 14(13), 14095-14106, 2024.
- [31] Ahmed Z, El-Sharnouby G. A, El-Waseif M. A. "Use of Banana peel as a by-product to increase the nutritive value of the cake". *Journal of Food and Dairy Sciences*, 12(4), 87-97, 2021.
- [32] Pasha I, Basit A, Ahsin M, Ahmad F. "Probing nutritional and functional properties of salted noodles supplemented with ripen Banana peel powder". *Food Production, Processing and Nutrition*, 4(1), 22, 2022.
- [33] Manguldar F, Derya B, Balbınar S, Çakır Ş, İcyer N. C, Çayır M, .... Şentürk B. "Vegan and gluten-free granola bar production with pumpkin". *European Food Science and Engineering*, 3(2), 52-57, 2022.
- [34] Safdari Y, Vazifedoost M, Didar Z, Hajirostamloo B. "The effect of banana fiber and banana peel fiber on the chemical and rheological properties of symbiotic yogurt made from camel milk". *International Journal of Food Science*, 2021(1), 5230882, 2021.
- [35] Tseng A, Zhao Y. "Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing". *Food chemistry*, 138(1), 356-365, 2013.
- [36] Yadav K, Bajaj R. K, Mandal S, Saha P, Mann B. "Evaluation of total phenol content and antioxidant properties of encapsulated grape seed extract in yoghurt". *International Journal of Dairy Technology*, 71(1), 96-104, 2018.