

# Fonksiyonel bisküvi üretiminde farklı yöntemlerle kurutulmuş muşmula (*Mespilus germanica*) meyve tozu kullanımı

## *Use of dried medlar fruit (Mespilus germanica) powder with different methods in the production of functional biscuits*

Merve AYDOS<sup>1</sup> , Nilgün ERTAŞ<sup>1\*</sup> 

<sup>1,2</sup>Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Köyceğiz Kampüsü, 42090, Konya, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-2326-1161>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-0671-2485>

### To cite this article:

Aydos, M. & Ertaş, N. (2023). Fonksiyonel bisküvi üretiminde farklı yöntemlerle kurutulmuş muşmula (*Mespilus germanica*) meyve tozu kullanımı. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(1): 113-124.  
DOI:10.29050/harranziraat.1177638

\*Address for Correspondence:  
Nilgün ERTAŞ  
e-mail:  
dr.nilgunertas@gmail.com

Received Date:  
20.09.2022  
Accepted Date:  
15.11.2022

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

### ÖZ

Bu çalışmada; bağışıklık sistemini güçlendiren, çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan, mineral, vitamin, antioksidan ve fenolik bileşenlerce zengin muşmula meyvesinin farklı kurutma yöntemleri (mikrodalga, konvektif, vakum) ile kurutulmasının ardından bisküvi formülasyonunda farklı oranlarda (%0, 10, 20, 30) ikamesiyle elde edilen bisküvi örneklerinin bazı kalitatif ve tekstürel özellikleri incelenmiştir. En yüksek kırmızılık değerleri mikrodalga kurutma ile kurutulmuş muşmula tozunda gözlenirken, kurutma yöntemleri arasında antioksidan aktivite vakum kurutma tekniği ile en fazla korunmuştur. Nem içerikleri kurutma yöntemlerine göre değişiklik gösterirken, protein, kül, yağ ve karbondidrat değerleri üzerinde kurutma yöntemleri istatistiki bir fark oluşturmamıştır. Muşmula tozu ikame oranı arttıkça bisküvilerin L\* değerlerinde düşüş, a\* ve b\* değerlerinde ise artış olduğu gözlenmiştir. Muşmula tozu ilave edilen örneklerin yayılma oranları ile çap değerlerinde artış, sertlik, kırılgenlik ve kalınlık değerlerinde düşüş gözlenmiştir. %30 oranında ilave edilen muşmula tozu ile elde edilen bisküvi örneklerinde antioksidan aktivite değerleri ve toplam fenolik madde miktarı değerleri en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Duyusal değerlendirme sonucuna göre, vakum kurutma yöntemi ile kurutulmuş muşmula tozunun %10 oranına kadar eklenmesi panelistler tarafından beğenilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Muşmula, Konvektif kurutma, Mikrodalga kurutma, Vakum kurutma, Bisküvi

### ABSTRACT

In this study; medlar fruit, which is rich in minerals, vitamins, antioxidants and phenolic components are used in boosting the immune system and treating various diseases, is dried by various drying methods (microwave, convective, vacuum) and used at different substitution rates (0, 10, 20, 30%) in the biscuit formulation and then qualitative and textural properties were examined. While the highest redness values were observed with medlar fruit dried by microwave drying method, antioxidant activity was preserved with vacuum drying technique among drying methods. While moisture content varied according to drying methods, drying methods did not make a statistical difference on protein, ash, fat and carbohydrate values. In the samples obtained by substituting medlar powder into biscuits, it was observed that the L\* values decreased as the substitution rate increased, while a\* and b\* values increased. It was observed that the spread ratio and diameter values of the samples increased with medlar powder addition to the biscuits, while the hardness, fragility and thickness values were decreased. Antioxidant activity and total phenolic content values reached the highest levels with medlar powder added biscuit sample at 30% ratio. According to the sensory evaluation result, the substitution of medlar powder dried by vacuum drying method up to 10% was appreciated by the panelists.

**Key Words:** Medlar, Convective drying, Microwave drying, Vacuum drying, Biscuit

## Giriş

Son yıllarda insanların yaşam kalitelerini iyileştirme çabaları ve çeşitli hastalıkların önlenmesine karşı çözüm yolu arayışları, gıdaları fizyolojik etkileri ile ilişkilendirmeleri, beslenme alışkanlıklarının değişmesinde büyük rol oynamaktadır. Değişen yaşam standartları, besin öğelerinin tek tek ya da birlikte sağlık üzerine olumlu etkilerinin bulunması hastalıkları tedavi edici özelliklerinin araştırılmasına sebep olmuş, bununla birlikte fonksiyonel besin kavramı ortaya çıkmıştır (Özkaya, 2021). Yapılan çalışmalar fonksiyonel besinlerin antioksidan, antialerjik, antiinflamatuvar, antikarsinogenik özelliklerinin olduğunu göstermektedir.

Yabani meyveler yüksek besin değeri içeriği ve alternatif tıpta kullanımı sebebi ile son zamanlarda yoğun ilgi görmektedir (Gürbüz, 2020). Gülgiller familyasına ait bir tür olan muşmula *Mespilus germanica*, yabani olarak yetişmektedir. Yüksek miktardaki antioksidan içeriğinden dolayı çeşitli kronik hastalıkların önlenmesine yardımcı olarak tüketicilerin son yıllarda tercih ettiği fonksiyonel besinler arasındadır. Yapılan çalışmalar muşmula meyvesinin yüksek oranda vitamin ve mineral içerdiğini pektin, organik asitler, linoleik asit, palmitik asit, amino asitler, potasyum, C vitamini, A, B1 ve B2 vitaminleri ile yüksek seviyede fenolik bileşiklerin bulunduğunu rapor etmektedir (Gülçin ve ark., 2011; Maral, 2019). Ayrıca lif bakımından da oldukça zengin olan muşmula meyveleri diyabet, kalp damar hastalıkları ve bazı kanserlerin tedavisinde ve önlenmesinde de tavsiye edilmektedir.

Yabani meyveler üzerine yapılan çalışmalarda iğde alıç, muşmula, kara mürver ve yaban mersininin meyve tozlarının pandispanya kekine ve bisküviye fonksiyonel yönden zenginleştirmek amacıyla farklı oranlarda eklendiği, eklenen son ürünün fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerinin olumlu etkilendiği, fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerlerinde artışlar görüldüğü rapor edilmiştir (Uçar, 2011; Aksoylu 2012; Alıç, 2022). Fonksiyonel özelliklerce zengin

muşmula tozunun farklı ürünlerde kullanımı literatürlerde bulunmakta fakat farklı metotlarla kurutulması ile elde edilen tozun bir üründe kullanılması ve kalitatif özellikleri üzerine etkilerinin belirlendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Tarımsal ürünlerin kurutulmasında kullanılan geleneksel kurutma yöntemlerinde önemli kalite kayıplarının oluşması, işgücü ihtiyacının fazlalığı gibi dezavantajlarından dolayı gelişen teknoloji ile birlikte kurutmada farklı teknikler kullanılmaya başlanmış ve besinsel kalitenin korunması ve enerji tüketimi açısından yararlar sağlanmıştır (Erbay ve Küçüköner, 2008). Meyve ve sebzeler için kullanılan farklı kurutma yöntemleri, ürünün tekstürel ve besinsel özelliklerini korumakta ya da geliştirmekte, böylece farklı ürünlere ilave edilerek ürün kalitesinin artmasına sebep olmaktadır. Kurutma teknikleri ürünün raf ömrünü uzatma ve mikroorganizma gelişimini minimum seviyeye indirme gibi yararlarından dolayı gıda sanayii ve farklı sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Günümüzde tüketicilerin farklı tatlara, fonksiyonel özelliklerce zengin sağlıklı gıda ürünlerine olan taleplerinin artması fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi üzerinde bilimsel çalışmaları artırmıştır (Köklü, 2007; Uçar, 2011; Ergün, 2012). Bu sebeple gıda endüstrisinde pek çok farklı meyve kullanılmaktadır. Birçoğu taze şekilde tüketildiği gibi yabani meyveler farklı şekillerde kurutulmuş olarak kullanılmaktadır. Ancak yabani meyve türlerinin besin içeriklerinin diğer meyveler kadar değerli olmasına rağmen bu meyvelere gerekli önem verilmemektedir (Güleryüz 1995; Demir 2002). Muşmula araştırmacılar tarafından gerekli önemin verilmediği meyveler arasındadır. Birçok meyve türünün anavatanı sayılan ülkemizde farklı yörelerde yetiştirme imkanı olan muşmula meyvesinin besin içerikleri ve hastalığı tedavi edici ve azaltıcı etkilerinden dolayı ortaya konulması ve tanıtımlarının yapılması da büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacı, yabani olarak yetişen ve fonksiyonel özelliklerce zengin bir meyve olan

muşmuların 3 farklı yöntemle (mikrodalga, konvektif, vakum kurutma) kurutulması ve toz haline getirilerek %0, 10, 20 ve 30 oranlarında bisküvi formülasyonuna ilave edilerek bisküvi örneklerinin fiziksel, kimyasal, besinsel ve duyuşsal özelliklerinin incelenmesidir.

## Materyal ve Metot

### Materyal

Muşmula (*Mespilus germanica L.*), 2021 yılında İstanbul'dan toplanan meyvelerden temin edilmiş olup kullanımlarına kadar buzdolabı koşullarında +4°C'de muhafaza edilmiştir. Bisküvi üretiminde kullanılan pudra şekeri, buğday unu, vanilya, shortening, süt tozu ve kabartma tozu Ankara (Türkiye) piyasasından satın alınmıştır.

### Metot

#### Muşmula meyvesinden toz üretimi

Muşmula temin edildikten sonra yıkanmış ve 2 mm kalınlığında dilimlenerek, kurutma kâğıdı üzerinde 3 farklı kurutma yöntemi ile kurutulmuştur. Kurutma normları şu şekilde gerçekleştirilmiştir. Mikrodalga kurutma yönteminde mikrodalga fırında (LG Solar DOM, Kore), 360 W güçte 20 dk boyunca kurutulmuştur. Konvektif kurutma metodunda sıcaklığı ayarlanabilen tepsili kurutucuda (Eksis, Türkiye) 60 °C'de 5 saat 20 dk sürede kurutulmuştur. Vakumlu kurutma tekniğinde ise; vakumlu etüve (JSVO - 60T, Kore) konularak 100 mmHg basınçta 60 °C'de 10 saat 50 dk sürede kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kurutulan muşmula meyvesi, öğütücüyle (Alveo, Konya, Türkiye) 500 µm iriliğine kadar öğütülerek denemelerde kullanılmıştır.

#### Bisküvi üretimi

Kontrol bisküvi örneklerinin elde edilmesinde; 100 g buğday unu, 1.25 g tuz, 40 g şeker, 1 g süt tozu (yağsız), 40 g shortening, 1.5 g sodyumbikarbonat, 0.5 g vanilya ve 21 ml su yoğurucuya eklenerek (Kenwood KMX, Kenwood Ltd., İngiltere) 7 dakika boyunca yoğurma işlemi gerçekleştirilmiştir. Üretilen bisküvi hamurları 5.0

mm kalınlığında açılmıştır. Açılan hamurlar kesme kalıbıyla 55.0 mm çapında kesilip son şekli verilmiş ve 160±2 °C sıcaklıktaki konveksiyonel fırında (Vestel SF8401, Türkiye) 20 dk süre ile pişirilmiştir. Muşmula tozu ile elde edilen bisküvi hamurları, buğday ununun %10, 20 ve 30 oranlarında muşmula tozu ikame edilmesiyle hazırlanmış olup kontrol bisküvi örneklerine uygulanan prosedür uygulanmıştır (Aydos, 2022).

### Fiziksel analizler

Bisküvi örneklerinin renk analizi Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Japonya) kullanılarak belirlenen bisküvi örneklerinin  $L^* a^*$  ve  $b^*$  değerleri (parlaklık, kırmızılık ve sarılık) her örneğin farklı noktalarından ölçüm yapılarak belirlenmiştir (Francis ve ark., 2003).

Bisküvi örneklerinin çap ile kalınlık değerleri Mitutoyo marka kumpas (0.001 mm, Tokyo, Japonya) ile 6 farklı noktadan ölçülerek hesaplanmıştır. Bisküvi örneklerinin yayılma oranı değerleri çapın kalınlık değerlerine bölünmesiyle hesaplanmıştır.

Bisküvi örneklerinin kırılma ve sertlik değerleri TA.XT Plus (Stable Micro Systems Ltd., Surrey, İngiltere) tekstür analiz cihazında 3 noktalı kırma probu kullanılarak ön test hızı 1.00 mm sn<sup>-1</sup>, test hızı 3.00 mm sn<sup>-1</sup>, triger kuvveti 50 g ve uzaklık 5 mm uygulanarak belirlenmiştir.

### Kimyasal analizler

Bisküvi örneklerinin nem analizleri (AACC 44-19), kül analizleri (AACC 08-01), protein analizleri (AACC 46-12) ve ham yağ analizleri (AACC 30-25) AACC standart metoduna göre hesaplanmıştır (AAC, 1990). Karbonhidrat değerleri Karaağaoğlu ve ark. (2008)'e göre 100'den % nem, % kül, % protein ve % yağ değerlerinin toplamının çıkartılması ile % olarak; enerji değerleri ise karbonhidrat ve protein değerlerinin 4 ile, ham yağ değerlerinin 9 ile çarpılarak toplanması ile kcal cinsinden hesaplanmıştır.

Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu metodu kullanılarak hesaplanmıştır (Gamez-Meza ve ark., 1999). Bisküvi örneklerinin absorban değerleri 760 nm'de spektrofotometrede (Libra

S60, Biochrom Ltd., Cambridge, İngiltere) okunarak toplam fenolik madde miktarı gallik asit (mg GAE g<sup>-1</sup>) cinsinden belirlenmiştir (Slinkard ve Singelton, 1977; Gamez-Meza ve ark., 1999).

Antioksidan aktivite değeri ekstraktların bir proton veya elektron verebilme yeteneğinin, mor

renkli 1, 1–difenil–2–pikrilhidrazil (DPPH) çözeltisinin rengini açması esasına dayanan Blois'in metoduna göre yapılmıştır. % DPPH radikali giderme aktivitesi 517nm'de okunan absorbanlardan elde edilen değerler kullanılarak aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{ DPPH giderme radikali} = \frac{\text{Kontrol Absorbansı} - \text{Örnek Absorbansı}}{\text{Kontrol Absorbansı}} \times 100$$

### *Duyusal değerlendirme*

Bisküvi örnekleri 20-35 yaş aralığında 12 kişilik bir panel grubuna yapılmıştır. Panelistlere bisküvi değerlendirme kriterleri ile ilgili bir bilgilendirme yapılmasının ardından, rastgele kodlanmış örneklerle renk, koku, tat, görünüş, ağız hissi ve genel beğeni bakımından 1 ile 9 arası hedonik skala kullanılarak duysal açıdan değerlendirilmiştir. Değerlendirmede 9 puan mükemmel olarak tanımlanırken, 5 puan üzeri beğenilmiş ve kabul edilebilir, 1 puan ise çok kötü olarak tanımlanmıştır (Yıldız, 2019).

### *İstatistiksel analiz*

Denemelerden elde edilen sonuçlar JMP (SAS Institute, NC, ABD) istatistik programı ile varyans analizine tabi tutulmuş, ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları arasındaki farkların ortalamaları ise çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

### **Araştırma Bulguları ve Tartışma**

Farklı kurutma yöntemleri ile kurutulmuş toz haline getirilmiş muşmula tozlarına ait renk değerleri, nem, kül, protein, yağ, karbonhidrat, enerji, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Kurutulmuş gıda ürünlerinde parlaklığın yüksek, kırmızılık ve sarılık değerlerinin de düşük olması istenmektedir (İnanoğlu, 2017).

Farklı yöntemlerle kurutulmuş muşmula tozlarına ait renk değerleri incelendiğinde; *L\** değerlerinin mikrodalga ve konvektif kurutucuda daha yüksek parlaklık gösterdiği tespit edilmiştir. Muşmula tozlarında en yüksek *a\** değerleri mikrodalga kurutma metodu kullanılarak belirlenmiş ve bu değerleri sırasıyla vakum kurutma yöntemi ve konvektif kurutma yöntemi ile kurutulan örnekler izlemiştir. Sarılık (*b\**) değerleri konvektif kurutma yöntemi ile en yüksek değerleri almıştır. Yapılan bir çalışmada Suna (2019), konveksiyonel kurutma tekniği ile 60 °C'de ve mikrodalga fırında 180 W güçte kurutulmuş muşmula örneklerindeki *L\**, *a\**, *b\** değerlerinin benzerlik gösterdiği bildirilmiştir. Literatürde, konveksiyonel, mikrodalga ve vakumlu kurutma yöntemi ile kurutulan erik meyvesinin renk değerleri incelenmiş, vakum ve mikrodalga uygulamasının konveksiyonel yöntemle göre daha parlak ürünler verdiği rapor edilmiştir. *L\** değerlerinin farklılığının uygulanan kurutma sıcaklığı ve sürelerin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir (Michalska ve ark., 2016). *L\** değerlerinin değişmesine bazı sebepler arasında meyvelerin içeriğindeki pigmentler ve bileşimlerindeki fenolik, karotenoid bileşiklerinin enzimatik esmerleşme reaksiyonlarını artırarak parlaklığı düşürmesi sayılabilir (Ajila ve Leelavathi, 2008). Yüksek sıcaklıklarda Maillard reaksiyon hızının artması ile parlaklık değerlerinde düşüşler gözlenmektedir (Niamnuy ve ark., 2007).

Çizelge 1. Farklı yöntemler ile kurutulmuş muşmula tozuna ait analiz sonuçları  
 Table 1. Analysis results of medlar powder dried with different methods

	<b>Mikrodalga Kurutma</b> <i>Microwave drying</i>	<b>Konvektif Kurutma</b> <i>Convective drying</i>	<b>Vakum Kurutma</b> <i>Vacuum drying</i>
<i>L*</i>	70.95 <sup>a</sup>	70.72 <sup>a</sup>	69.70 <sup>b</sup>
<i>L*</i>			
<i>a*</i>	11.91 <sup>a</sup>	8.91 <sup>c</sup>	9.28 <sup>b</sup>
<i>a*</i>			
<i>b*</i>	23.66 <sup>c</sup>	27.74 <sup>a</sup>	25.78 <sup>b</sup>
<i>b*</i>			
Nem (%)	13.30 <sup>a</sup>	10.55 <sup>c</sup>	11.89 <sup>b</sup>
Moisture (%)			
Ham kül (%)	1.18 <sup>a</sup>	1.16 <sup>a</sup>	1.18 <sup>a</sup>
Crude ash (%)			
Ham protein (%)	4.16 <sup>a</sup>	4.64 <sup>a</sup>	4.33 <sup>a</sup>
Crude protein (%)			
Yağ (%)	0.54 <sup>a</sup>	0.52 <sup>a</sup>	0.53 <sup>a</sup>
Fat (%)			
Karbonhidrat (%)	81.16 <sup>a</sup>	82.85 <sup>a</sup>	82.26 <sup>a</sup>
Carbohydrate (%)			
Enerji (kcal)	345.32 <sup>c</sup>	355.25 <sup>a</sup>	350.38 <sup>b</sup>
Energy (ccal)			
TFMM <sup>2</sup> (g GAE kg <sup>-1</sup> )	117.24 <sup>b</sup>	107.14 <sup>c</sup>	119.80 <sup>a</sup>
TPC <sup>2</sup> (g GAE kg <sup>-1</sup> )			
Antioksidan aktivite (%)	91.47 <sup>b</sup>	87.94 <sup>c</sup>	92.60 <sup>a</sup>
Antioxidant activity (%)			

<sup>1</sup>Aynı satırdaki aynı harfleri taşıyan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (P<0.05).

<sup>2</sup>TFMM: Toplam fenolik madde miktarı,

<sup>1</sup>Means with the same letters on the same line are not statistically different from each other (P<0.05)

<sup>2</sup>TPC: Total phenolic content

Çizelge 1'deki kimyasal analiz sonuçları incelendiğinde; uygulanan kurutma yöntemleri kül, protein ve yağ değerleri üzerine istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamış olup (P>0.05), mikrodalga kurutma metodu ile elde edilen örneklerde diğer metotlara kıyasla daha yüksek nem değerleri belirlenmiştir. Protein değerlerinin %4.16 - %4.64 arasında değişim gösterdiği, kurutma yöntemlerinin protein değerleri üzerinde etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Muşmula örneklerine ait yağ ve kül değerleri %0.52 - 0.54 ile %1.16 - 1.18 arasında belirlenmiş, kurutma yöntemleri yağ ve kül değerleri üzerine istatistiki bir farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir (P>0.05) (Çizelge 1). Kurutma yöntemleri karşılaştırıldığında karbonhidrat içeriğinde istatistiki fark gözlenmezken (P>0.05) enerji içeriklerindeki en yüksek değerler konvektif kurutucuda kurutulmuş örneklerde belirlenmiştir. Vakum kurutma yöntemiyle kurutulan muşmula örneklerinin toplam fenolik madde miktarının en yüksek değerler verdiği, en düşük değer ise konvektif

kurutma metodu ile kurutulan örneklerde olduğu belirlenmiştir. Hünnap meyvesinin farklı yöntemlerle kurutulmasıyla elde edilen meyve tozlarının toplam fenolik madde miktarlarının belirlendiği bir çalışmada; en yüksek toplam fenolik madde miktarı değerinin mikrodalga kurutma metodunda olduğu gözlenirken bunu sırasıyla, vakum kurutma ve konveksiyonel kurutma tekniği izlemiştir (Koyuncu, 2019). Sellami ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada fenolik bileşenleri korumak ve adaçayı bitkisinin antioksidan aktivitesini arttırmak için MW kurutmanın uygulanabileceğini belirtmiştir. Muşmula örneklerinin antioksidan aktivite değerleri %87.94 ile %92.60 arasında olduğu belirlenmiş ve vakum kurutma yöntemi ile kurutulan tozların antioksidan aktivite içeriğinin en yüksek değerlere sahip olduğu, bunu sırasıyla mikrodalga ve konvektif kurutma metodunun izlediği görülmüştür. Arkain (2021), farklı yöntemlerle kurutulmuş muşmula meyvesinin kurutma kinetiğini ve kalite parametrelerini belirlediği bir çalışmada taze muşmula

meyvesine en yakın ekstrakte edilebilir toplam fenolik bileşenlerinin 600W ve 60 °C'de mikrodalga ve konvektif kurutmanın kombine edilerek kullanıldığı kurutma yöntemi ile kurutulan meyvelerde belirlediğini rapor etmiştir. Yapılan bir çalışmada Chan ve ark. (2009), zencefil örneklerini çeşitli yöntemlerle kurutmuş olup besinsel özellikleri incelenmiş, termal yöntemlerle (mikrodalga, konveksiyonel) kurutulan örneklerin antioksidan aktivite değerlerinde düşüşler belirlenmiştir.

Bisküvi örneklerine muşmula tozu ilave edilerek elde edilen ürünlerin fiziksel analiz değerlerine ait sonuçlar Çizelge 2'de özetlenmiştir. Örneklerin en yüksek  $L^*$  değeri vakum kurutma tekniği ile belirlenirken, en düşük değer mikrodalga kurutma metodu kullanılarak elde edilen örneklerde gözlenmiştir.

Muşmula tozu ikame oranı arttıkça parlaklığın azaldığı gözlenmiştir. Muşmula tozu ikame oranının artmasıyla  $L^*$  değerlerinde görülen düşüşün meyve içeriğindeki yüksek polifenol oksidaz aktivitesinden kaynaklanabileceği ön görülmektedir. Muşmula içerisinde karotenoidler, fenolikler ve flavanoidler bulundurduğu ve renk değerlerindeki kurutmaya bağlı düşüşlerin

karotenoid pigmentlerin degradasyonuna bağlı olduğu düşünülmektedir.  $a^*$  değerleri kurutma yöntemleri açısından incelendiğinde; vakum kurutmanın kırmızılık değerlerinin en düşük; mikrodalga kurutmaya kurutulmuş örneklerde ise en yüksek olduğu, artan ikame oranıyla kırmızılık değerinde artış olduğu tespit edilmiştir.  $L^*$  değerinin en yüksek,  $a^*$  değerinin ise en düşük vakum kurutma tekniği ile elde edilen örneklerde görülmesi, bu teknikte Maillard reaksiyonunun geri kalan kurutma tekniklerine kıyasla daha az gerçekleştiğindedir. Örneklerin  $b^*$  değerleri karşılaştırıldığında, konvektif kurutma tekniği ile en yüksek değer (26.13), mikrodalga kurutma tekniği ile en düşük değer (22.30) elde edilmiştir. Pigment degradasyonunun yanısıra kurutma sırasında oluşan Maillard reaksiyonu kahverengi renk pigmentinin oluşumundan da sorumludur. Ertaş ve Aslan (2020), kavun kabuğu tozu ve kavun çekirdeği tozu ilavesi ile ürettikleri bisküvi örneklerinde kavun kabuk tozu ilavesinin  $L^*$  ve  $a^*$  değerlerinde düşüşe sebep olduğu, sarılık değerlerini artırdığı, kavun çekirdek unu ilavesi ile de daha parlak renkler elde edildiği rapor edilmiştir.

Çizelge 2. Farklı kurutma yöntemleri ile kurutulan muşmula tozu ikame edilmiş bisküvi örneklerine ait fiziksel ve tekstürel analiz sonuçları<sup>1</sup>

Table 2. Physical and textural analysis results of biscuit samples dried with medlar powder substituted with different drying methods<sup>1</sup>

	$L^*$	$a^*$	$b^*$	Çap (mm) Diameter (mm)	Kalınlık (mm) Thickness (mm)	Yayıma oranı Spread ratio	Sertlik (g) Hardness (g)	Kırılgenlik (mm) Fracturability (mm)
<b>Kurutma yöntemi</b> <b>Drying method</b>								
Mikrodalga Microwave	60.69 <sup>c</sup>	8.05 <sup>a</sup>	22.30 <sup>c</sup>	57.80 <sup>b</sup>	7.49 <sup>b</sup>	7.72 <sup>a</sup>	3477.73 <sup>a</sup>	38.45 <sup>c</sup>
Konvektif Convective	65.70 <sup>b</sup>	6.99 <sup>b</sup>	26.13 <sup>a</sup>	57.89 <sup>a</sup>	7.69 <sup>a</sup>	7.53 <sup>b</sup>	3255.74 <sup>c</sup>	38.54 <sup>b</sup>
Vakum Vacuum	66.28 <sup>a</sup>	6.71 <sup>c</sup>	24.90 <sup>b</sup>	57.77 <sup>b</sup>	7.70 <sup>a</sup>	7.51 <sup>b</sup>	3435.65 <sup>b</sup>	38.66 <sup>a</sup>
<b>Muşmula tozu ikame oranı (%)</b> <b>Medlar powder substitution ratio (%)</b>								
0	78.74 <sup>a</sup>	-0.91 <sup>d</sup>	24.51 <sup>b</sup>	56.93 <sup>d</sup>	7.86 <sup>a</sup>	7.24 <sup>d</sup>	3818.61 <sup>a</sup>	39.67 <sup>a</sup>
10	64.86 <sup>b</sup>	7.24 <sup>c</sup>	23.98 <sup>c</sup>	57.69 <sup>c</sup>	7.74 <sup>b</sup>	7.45 <sup>c</sup>	3337.91 <sup>b</sup>	38.47 <sup>b</sup>
20	58.85 <sup>c</sup>	10.41 <sup>b</sup>	24.69 <sup>a</sup>	58.21 <sup>b</sup>	7.57 <sup>c</sup>	7.69 <sup>b</sup>	3282.08 <sup>c</sup>	38.20 <sup>c</sup>
30	54.43 <sup>d</sup>	12.26 <sup>a</sup>	24.59 <sup>ab</sup>	58.45 <sup>a</sup>	7.33 <sup>d</sup>	7.97 <sup>a</sup>	3120.23 <sup>d</sup>	37.86 <sup>d</sup>

<sup>1</sup>Aynı sütündeki aynı harfleri taşıyan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (P<0.05).

<sup>1</sup>Means with the same letters in the same column are not statistically different from each other (P<0.05).

Bisküvinin teknolojik özelliklerini belirlemede çap, kalınlık ve yayılma oranı önemli bir kalite kriteri olup, bu değerlerin bisküvi hamurunun viskozitesi ile ilişkisi bulunmaktadır. Genel itibari ile bisküvinin istenen kalitede olması, çapın büyük, kalınlığın düşük ve yayılma oranının yüksek olması ile ilişkilendirilmektedir (Guttieri ve ark., 2008). Örneklerin çap ve yayılma oranı değerleri ile muşmula tozu ikame oranı arasında doğrusal bir ilişki olduğu, ikame oranı arttıkça bisküvi örneklerinin çap ve yayılma oranının da arttığı tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). Muşmula meyvesinin kurutulması için uygulanan kurutma metodu, muşmula tozu ikameli bisküvi örneklerinin çap, kalınlık ve yayılma oranı gibi fiziksel özellikleri üzerinde önemli etkide bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Mikrodalga ve vakum kurutma ile kurutulmuş örneklerde en düşük çap değeri gözlenirken, en yüksek çap değerleri konvektif kurutma uygulanmış örneğe aittir. Muşmula ikame oranının %30'a artması ile birlikte bisküvilerin çap değerlerinde önemli bir artış görülmüştür. Bisküvi örneklerinin kalınlık değerleri kurutma yöntemi bakımından değerlendirildiğinde en düşük değere sahip örnekler mikrodalga kurutmada (7.49 mm) elde edilirken, vakum ve konvektif kurutma yöntemi ile daha yüksek ve istatistik olarak benzer değerler elde edilmiştir. Muşmula tozu ikame oranı arttıkça kalınlık değerleri de azalmıştır ( $P<0.05$ ). Farklı kurutma yöntemleri ile kurutulan muşmula tozunun ilave edildiği bisküvi örneklerinde mikrodalga kurutma yöntemi diğer yöntemlere kıyasla yayılma oranını daha fazla artırmıştır. Yayılma oranı hamurun viskozitesi ile daha ilgili olup (Topaloğlu, 2019), mikrodalga kurutma uygulanan örneklere göre vakum ve konvektif kurutma yöntemi ile elde edilmiş örneklerin daha viskoz yapısı dikkat çekmektedir. Muşmula ikame oranı arttıkça yayılma oranında istatistiksel olarak önemli bir artış gözlenmiştir. Keçiboynuzu unu ile yapılan bir bisküvi çalışmasında (Aydın, 2012), bisküvilerin kalınlık değerlerinin azaldığını, çap değerlerinin ve yayılma oranı değerlerinin ise arttığını belirtmiştir. Pawde ve ark. (2020) ejder meyvesinin buğday ununa ikame ettikleri bisküvi çalışmasında artan ejder meyvesi ikame oranının yayılma oranında artışa

neden olduğu bunun da ejder meyvesi ilavesi ile bisküvi kalınlığındaki azalmadan kaynaklandığı belirtilmiştir. Bisküvi formülasyonuna balkabağı posasının kurutularak eklendiği çalışmada (Türksoy ve Özkaya, 2011), balkabağı posasının ikame oranı arttıkça kontrol örneğine göre bisküvi örneklerinin çap değerlerinin düştüğü, kalınlık değerlerinin ise arttığı rapor edilmiştir. Meyvelerde bulunan karbonhidratların farklı formlarının farklı teknolojik özelliklere sahip olduğundan ilave edildikleri son ürünün şeklinde (çap, kalınlık ve yayılma oranı gibi) değişikliğe sebep olabileceği düşünülmektedir.

Bisküvilerin tekstürel özellikleri, formülasyondan, özellikle yağ içeriği gibi faktörlerden etkilenmektedir (Romani ve ark., 2016). Sertlik, fırınlanmış ürünlerin değerlendirilmesinde dikkat çeken dokusal bir özellik olup, tüketicilerin kalite algısını etkileyen bir kalite karakteristiğidir. Bisküvi örneklerinin en düşük sertlik değeri konvektif kurutma metodu ile elde edilen örneklerde elde edilirken, mikrodalga kurutma uygulanmış örneklerde en yüksek sertlik değeri gözlenmiştir. Bisküvilere muşmula tozu ilave edilme oranı arttıkça örneklerin sertlik değerlerinde istatistik olarak azalma olduğu belirlenmiştir ( $P<0.05$ ). Buğday unu yerine ikame edilen muşmula tozu miktarı arttıkça formülasyon içerisindeki gluten miktarındaki azalmaya paralel olarak sertlik değerlerinin de düştüğü öngörülmektedir.

Bisküvi ürünlerinde kırılmalık, örneklerin tekstür analizlerinde oldukça önemli kriterler arasında olup, gıdaların parçalanması açısından ihtiyaç olan kuvvet olarak bilinmektedir (Ertaş ve Doğruer, 2010). Muşmula tozu ikame edilen bisküvi örneklerinin kırılmalık değerleri, mikrodalga kurutma metodu ile elde edilen örneklerde en düşük, vakum kurutma tekniği ile elde edilen bisküvi örneklerinde ise en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Muşmula meyve tozu ikame edilen bisküvi örneklerinin kırılmalık değerlerinin, kontrol örneğine kıyasla düşük olduğu görülmüştür. Olcay (2019) tarafından yapılan çalışmada kamkat tozu ilave oranı arttıkça bisküvilerin sertlik ve kırılmalık değerlerinde düşüş gözlemlendiği rapor edilmiştir.

Çizelge 3. Farklı kurutma yöntemleri ile kurutulan muşmula tozu ikame edilmiş bisküvi örneklerine ait kimyasal ve besinsel analiz sonuçları<sup>1</sup>Table 3. Chemical and nutritional analysis results of biscuit samples dried with medlar powder substituted with different drying methods<sup>1</sup>

	Nem (%) <i>Moisture</i> (%)	Protein (%) <i>Protein</i> (%)	Kül (%) <i>Ash</i> (%)	Yağ (%) <i>Fat</i> (%)	Karbonhidrat (%) <i>Carbohydrate</i> (%)	Enerji (kcal) <i>Energy</i> (ccal)	TFMM (g GAE kg <sup>-1</sup> ) <i>TPC</i> (g GAE kg <sup>-1</sup> )	Antioksidan aktivite (%) <i>Antioxidant</i> <i>activity</i> (%)
<b>Kurutma yöntemi</b> <b>Drying method</b>								
Mikrodalga <i>Microwave</i>	5.21 <sup>c</sup>	8.69 <sup>a</sup>	0.996 <sup>a</sup>	16.56 <sup>a</sup>	68.53 <sup>a</sup>	458.00 <sup>a</sup>	21.68 <sup>a</sup>	47.18 <sup>c</sup>
Konvektif <i>Convective</i>	6.44 <sup>a</sup>	8.70 <sup>a</sup>	0.998 <sup>a</sup>	16.39 <sup>a</sup>	67.47 <sup>b</sup>	452.19 <sup>c</sup>	18.73 <sup>c</sup>	51.02 <sup>b</sup>
Vakum <i>Vacuum</i>	6.19 <sup>b</sup>	8.70 <sup>a</sup>	0.980 <sup>a</sup>	16.56 <sup>a</sup>	67.57 <sup>b</sup>	454.14 <sup>b</sup>	20.81 <sup>b</sup>	58.78 <sup>a</sup>
<b>Muşmula tozu ikame oranı (%)</b> <b>Medlar powder substitution ratio (%)</b>								
0	4.00 <sup>d</sup>	9.45 <sup>a</sup>	0.948 <sup>c</sup>	16.59 <sup>a</sup>	69.01 <sup>a</sup>	463.17 <sup>a</sup>	6.55 <sup>d</sup>	28.78 <sup>d</sup>
10	5.81 <sup>c</sup>	8.79 <sup>b</sup>	0.978 <sup>b</sup>	16.55 <sup>a</sup>	67.88 <sup>b</sup>	455.58 <sup>b</sup>	16.05 <sup>c</sup>	44.21 <sup>c</sup>
20	6.70 <sup>b</sup>	8.51 <sup>c</sup>	1.002 <sup>b</sup>	16.50 <sup>a</sup>	67.29 <sup>c</sup>	451.70 <sup>c</sup>	25.72 <sup>b</sup>	61.90 <sup>b</sup>
30	7.27 <sup>a</sup>	8.06 <sup>d</sup>	1.037 <sup>a</sup>	16.37 <sup>a</sup>	67.26 <sup>c</sup>	448.64 <sup>d</sup>	33.30 <sup>a</sup>	74.43 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Aynı sütündeki aynı harfleri taşıyan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (P<0.05).

<sup>1</sup>Means with the same letters in the same column are not statistically different from each other (P<0.05).

Farklı oranlarda muşmula tozu ilave edilen bisküvi örneklerinin kimyasal, besinsel analiz sonuçlarına ait veriler Çizelge 3'te özetlenmiştir. Muşmula tozu ikame edilerek üretilen bisküvilerde kurutma yöntemi nem değerleri üzerinde istatistiksel olarak etkilerken, en yüksek nem değerleri konvektif kurutma ile tespit edilmiş bunu sırasıyla vakum ve mikrodalga yöntemleri takip etmiştir. Muşmula tozu ikame oranının artmasıyla birlikte kontrol bisküvi örneğine göre nem değerlerinde artış gözlenmiş olup en yüksek nem değeri %30 ikame oranı ile üretilen örneklerde elde edilmiştir. Bisküvi örneklerinin yağ, kül ve protein değerleri üzerine uygulanan kurutma tekniklerinin istatistiksel bir fark oluşturmadığı (P>0.05) bununla birlikte benzer sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Örneklerde muşmula tozu ikame oranı arttıkça, kontrol örneklerine göre bisküvilerin protein değerlerinde düşme, kül miktarında artış gözlenmiş, yağ değerlerinde istatistiki olarak benzer değerler elde edilmiştir. Kaju ve guava meyve tozlarının bisküviye ilave edildiği bir çalışmada (Uchoa ve ark., 2009), ve incir çekirdeği ununun bisküvi

formülasyona ilave edildiği bir çalışmada (Ulutürk ve Gül 2019), ikame oranı arttıkça kontrol örneğine göre kül değerlerinde de artış gözlenildiği bildirilmiştir.

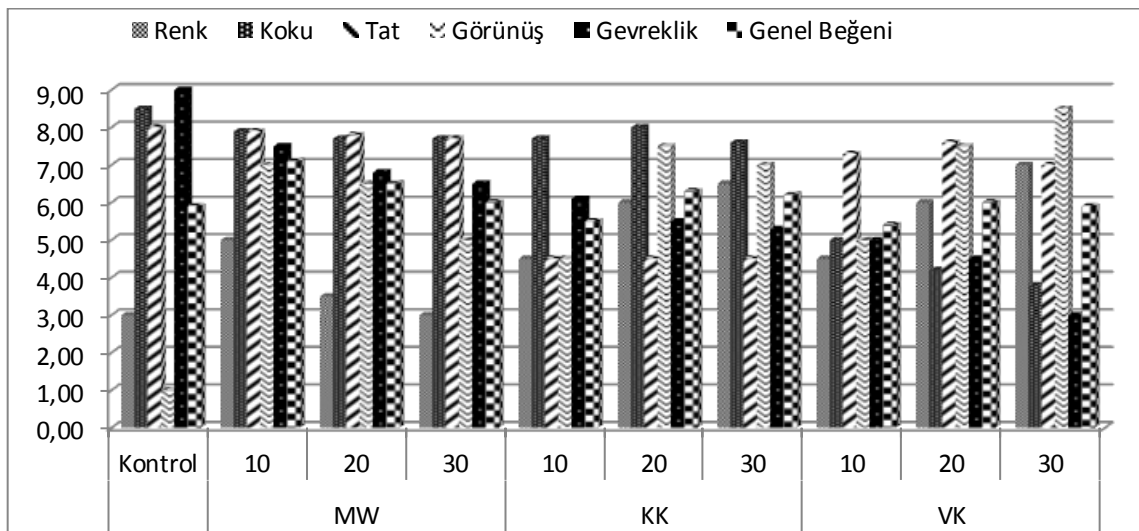
Mikrodalga kurutma yöntemi ile kurutulmuş elde edilen muşmula tozunun ilave edildiği bisküvi örneklerinin %68.53 ile en yüksek miktarda karbonhidrat içerdiği, vakum kurutma ve konvektif kurutma yöntemlerinin istatistiki olarak birbirine benzer karbonhidrat değerleri verdiği gözlenmiştir. Muşmula tozu ikame edilen bisküvi örneklerinin karbonhidrat değerleri kontrol örneğine kıyasla daha düşük bulunmuştur. Goji beri meyvelerinin bisküvi üretiminde kullanıldığı bir çalışmada (Grewal, 2018), formülasyonuna ilave edilen goji berinin karbonhidrat değerlerini kontrol örneğine göre düşürdüğü rapor edilmiştir. Bisküvi örneklerinin enerji değerleri incelendiğinde en düşük ortalama değer konvektif kurutma yöntemi ile elde edilirken, bunu vakum kurutma tekniği ile elde edilen örnekler ve mikrodalga kurutma metodu ile elde edilen bisküvi örnekleri artan sırayla takip etmiştir. Enerji değerlerindeki bu farklılığın; kül, protein ve yağ



değerlerinin kurutma prosesinden etkilenmediği dolayısı ile nem ve karbonhidrat değerlerindeki değişimlerden kaynaklandığı görülmektedir. %30 oranına kadar yükselen ikame oranlarıyla birlikte bisküvi örneklerinde enerji değerleri düşme eğilimine girmiştir.

L-askorbik asit, fenolikler, fenolik asitler, E vitamini, karotenoidler ve sağlık açısından pek çok fayda sağlayan fitokimyasallar gibi zengin antioksidan aktiviteleri olan bileşiklere kaynak teşkil eden muşmula meyve tozunun kullanıldığı bisküvi örneklerinde, konvektif kurutma metodu ile elde edilen bisküvi örneklerinde en düşük toplam fenolik madde miktarı belirlenirken bunu artan sırayla vakum ve mikrodalga kurutma metodu ile elde edilen bisküvi örnekleri takip etmiştir. Mikrodalga kurutma metodu ile kurutulan muşmula tozlarının toplam fenolik madde miktarlarının daha yüksek bulunması, kurutma işlemi boyunca fenolik bileşiklerin daha fazla korunduğu anlamını çıkartmaktadır. Kuşburnunun farklı kurutma yöntemleri ile (sıcak hava, dondurarak kurutma, vakum kurutma ve ultrasound destekli vakum kurutma) kurutulduğu bir çalışmada toplam fenolik madde içeriğinin önemli seviyede etkilendiği, en yüksek değer dondurarak kurutma ile elde edildiği bunu sırasıyla vakum kurutma, ultrasound destekli vakum kurutma ve sıcak hava kurutmanın izlediği

rapor edilmiştir (Göztepe, 2021). Bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarı muşmula tozu ikame oranı arttıkça artış göstermiş olup %30 ikame oranında en yüksek değerler tespit edilmiştir. Muşmula tozu ikameli bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarının daha yüksek olması, muşmula tozunun buğday ununa kıyasla daha yüksek toplam fenolik madde miktarına sahip olması ile açıklanabilmektedir. Muşmula tozu ilave edilmiş bisküvilerin antioksidan aktivite değerleri üzerine uygulanan vakum kurutma yöntemi; diğer yöntemlere kıyasla antioksidan aktive değerlerinin daha fazla tespit edilmesini sağlamış, bunu konvektif kurutma ve mikrodalga kurutma yöntemleri takip etmiştir. Bisküvi örneklerinin antioksidan aktivite değerleri ilave oranı arttıkça artmıştır. Dolayısıyla bisküvilerin muşmula meyve tozu ile zenginleştirilmesi bisküvilerin besleyici özelliklerini artırmaktadır. Kestane tozunun bisküviye ilave edildiği bir çalışmada (Yoon, 2013), antioksidan aktivite değerlerinin %52.00 - %74.89 arasında değiştiği tespit edilmiş ve ikame oranına bağlı olarak artışlar rapor edilmiştir. Benzer sonuçlar atık siyah havuç ilaveli bisküvi örneklerinde (Baltacıoğlu ve ark., 2019) ve kiraz tozunun ilave edildiği ekmek örneklerinde (Yoon ve ark., 2010) de gözlenmiştir.



Şekil 1. Farklı kurutma yöntemleri ile kurutulan muşmula tozu ikame edilmiş bisküvi örneklerine ait duyuşsal değerlendirme sonuçları (MK: Mikrodalga kurutma, KK: Konvektif kurutma, VK: Vakum kurutma)

Figure 1. Sensory evaluation results of biscuit samples dried with different drying methods (MK: Microwave drying, CK: Convective drying, VK: Vacuum drying)

Muşmula tozu ikamesiyle üretilen bisküvi örneklerinin 1 ile 9 arasındaki skala (1 - kötü ve 9 - oldukça iyi) kullanılarak gerçekleştirilen duyuşal değerlendirmesi Şekil 1'de gösterilmektedir. Vakum kurutma yöntemi uygulanan muşmula tozunun ikame edildiği bisküvi örneklerinin renklerinin diğer kurutma yöntemine göre panelistler tarafından daha fazla beğenilerek skorlandığı, Maillard reaksiyonunun daha fazla gerçekleştiği mikrodalga ve konvektif kurutma yöntemlerinde görülen renk skorlarındaki düşüşlerden de tespit edilmiştir. Vakum kurutmanın uygulandığı ve %30 oranında ikame edildiği bisküvi örneklerinin renk ve görünüş parametrelerinde en yüksek skorlar aldığı belirlenmiştir. Genel beğeni açısından ise vakum kurutma yöntemi uygulanmış %10 ikame oranında bisküvi örneklerine ilave edilmiş muşmula tozunun kullanıldığı örnek panelistler tarafından en beğenilen örnek olmuştur. Tat (8.0), koku (8.5) ve gevreklik (9.0) parametrelerinde kontrol örneğinin en yüksek skorlar aldığı görülmüştür. Konvektif kurutma yöntemi ile kurutulmuş muşmula tozlu bisküvi örneklerinin tat açısından 4.5 puan ile en düşük skorları aldığı belirlenmiştir. Vakum kurutma ile kurutulmuş ve %30 oranında muşmula tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerinin gevreklik skorları da diğer bütün örneklerden daha düşük (3.0) bulunmuş ve beğenilmemiştir. Orucevic ve ark. (2002) kurutulmuş meyve takviyelerinin bisküvi formülasyonuna ekledikleri bir çalışmada; kurutulmuş meyve ilave edilmiş bisküvi örneklerinin kontrol bisküvi örneklerine kıyasla toplam fenolik madde içeriğini artırdığı, duyuşal özellikleri çok etkilemeden son ürünün özelliklerini iyileştirdiği rapor edilmiştir. Yektiningsih ve ark. (2018) mangrove elmasının tozunun bisküvi formülasyonuna ekledikleri bir çalışmada, %20 oranına kadar SSL ilavesi ile birlikte kullanıldığı formülasyonla üretilen bisküvilerin duyuşal özelliklerinin diğer formülasyonlara kıyasla daha fazla kabul edilebilir olduğunu rapor etmişlerdir.

## Sonuçlar

Muşmula tozu, yüksek antioksidan aktivitesi ve fenolik bileşen içeriğiyle bisküvi örneklerinin besinsel özelliklerinde önemli artışlar meydana getirmiştir. Bisküvi örneklerinde istenilen bir kriter olan çap ve yayılma oranının artmasını, kalınlık değerlerinin düşmesini sağlamış, fakat muşmula tozu ilavesiyle birlikte bisküvi örneklerinin tat, koku ve gevreklik gibi duyuşal özelliklerinde düşüşler oluşturmuştur. Kurutma yöntemleri arasında vakum kurutma yönteminin diğer yöntemlere kıyasla rengi daha olumlu etkilediği, kırılma artırdığı, antioksidan aktiviteyi daha fazla koruduğu ve artırdığı, duyuşal açıdan daha çok tercih edildiği tespit edilmiştir. Muşmula tozunun, ilave edildiği son ürünün kalite özelliklerini koruyacak şekilde, vakum kurutma yöntemi ile kurutularak toz haline getirilmesinin ve %10 oranına kadar gıda ürünlerinin zenginleştirilmesinde kullanılmasının uygun olduğu düşünülmektedir. Bu anlamda, bisküvi formülasyonunda fonksiyonel gıda bileşenleri olan meyve tozlarının buğday unu veya katkı maddesi yerine ikame edilmesi, proses aşamaları ve zenginleştirme açısından daha uygun görünmekte ve katma değeri yüksek gıda üretimine büyük katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

## Ekler

Bu çalışma Merve AYDOS'un Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

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

**Yazar Katkısı:** Laboratuvar çalışmaları Merve AYDOS ve Nilgün ERTAŞ tarafından yürütülmüştür. Makalenin yazımı Nilgün ERTAŞ ve Merve AYDOS katkısı ile gerçekleştirilmiş olup, makalenin son hali yazarlar tarafından okunarak onaylanmıştır.

**Kaynaklar**

- AACC (1990). Approved methods of the AACC International (8th ed.). St. Paul, MN, USA: American Association of Cereal Chemists.
- Aksoylu, Z. (2012). Bisküvinin fonksiyonel özellik taşıyan bazı bitkisel ürünlerce zenginleştirilmesi (Yüksek Lisans Tezi). Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Arkain, B. (2021). Gölgede, mikrodalga, konvektif ve kombine mikrodalga-konvektif kurutma yöntemleri kullanılarak kurutulmuş muşmula meyvesinin kurutma kinetiği ve kalite parametreleri açısından incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Aydın, N. (2012). Keçiboynuzu unu ilavesinin bisküvinin bazı kalite kriterlerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Aydın, E. (2020). Unlu mamüllerin kompozit unlar ile zenginleştirilmesi. *Akademik Gıda*, 18(2), 217-227.
- Aydos, M. (2022). Muşmula (*Mespilus germanica*) ve kudret narı (*Momordica charantia*) meyvelerinin fonksiyonel bisküvi üretiminde kullanım imkanları (Yüksek Lisans Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ajila, C. M., Leelavathi, K., & Prasada Rao, U. J. S. (2008). Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science*, 48(2), 319-326.
- Baltacıoğlu, C., Baltacıoğlu, H., & Tangüler, H. (2019). Effect of waste fermented carrot powder addition on quality of biscuits. *Turkish Journal of Agricultural-Food Science of Technology*, 7(9), 1237-1244.
- Chan, E., Lim, Y. Y., Whong, S. K., Lim, K. K., Tan, S. P., Lianto, F. S., & Yong, M. Y. (2009). Effect of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species. *Food Chemistry*, 113(1), 166-172.
- Demir, H. (2022). Bazı yabancı meyve türlerinin besin değerlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Bahçe*, 1(2), 33-38.
- Erbay, B., & Küçüköner, E. (2008). Gıda endüstrisinde kullanılan farklı kurutma sistemleri. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, (pp. 1045-1048), 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Ergün, K. (2012). Dondurularak kurutulmuş kivi püresi tozu kullanılarak hazırlanan keklerde pişirme yöntemi ve formülasyonun kalite kriterlerine etkisinin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ertaş, N., & Aslan, M. (2020). A study on the potential of using melon wastes in biscuit production. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(5), 1216-1224.
- Ertaş, N., & Doğruer, Y. (2010). Besinlerde tekstür. *Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 7(1), 35-42.
- Francis, D., & Phelps, S. K. (2003). Fruit and vegetable juice powders add value to cereal products. *Cereal Foods World*, 48(5), 244-246.
- Gamez-Meza, N., Noriega-Rodriguez, J. A., Medina-Juarez, L. A., Ortega Garcia, J., Cazarez-Casanova, R., & Angulo-Guerrero, O. (1999). Antioxidant activity in soybean oil of extracts from thompson grape bagasse. *Journal of the American Oil Chemists Society (JAOCS)*, 76(12), 1445-1447.
- Göztepe, B. (2021). Farklı kurutma yöntemlerinin kuşburnunun kurutma kinetiği, biyoaktif bileşen ve renk kalitesi üzerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Grewal, P. K. (2018). Development of quality evaluation of antioxidant rich and high protein biscuits (Master Thesis), School of Science and Health Western Sydney University, Australia.
- Guttieri, M. J., Souza, E. J., & Sneller, C. (2008). Nonstarch polysaccharides in wheat flour wire-cut cookie making. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 56(22), 10927-10932.
- Güleryüz, M., Pırlak, L., & Aslantaş, R. (1995). Bazı Yabancı Meyve Türlerinin Besin İçeriği. Besin Kongresi, 1, 287-291.
- Gülçin, İ., Topal, F., Sarıkaya, B., Bursal, E., Bilsel, G., & Gören, A. (2011). Polyphenol contents and antioxidant properties of medlar (*Mespilus germanica* L.). *Article in Records of Natural Products*, 5(3), 158-175.
- Gürbüz, E. M., & Bostan, S. Z. (2020). Çarşamba ilçesi (Samsun) ümitvar muşmula genotiplerinin fiziksel ve kimyasal karakterizasyonu. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(4), 816-823.
- İnanoğlu, S. (2017). Mikrodalga-vakum kurutma yönteminin adaçayının kalite özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi), Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Karağaoğlu, N., Karabudak, E., Yavuz, S., Yüksek, O., Dinçer, D., Tosunbayraktar, G., & Eren, H. F. (2008). Çeşitli ekmeklerin protein, yağ, nem, kül, karbonhidrat ve enerji değerleri. *Gıda*, 33(1), 19-25.
- Koyuncu, B. (2019). Bisküvi ve kek üretiminde farklı prosesler ile kurutulmuş hünnap meyvelerinin kullanımı (Yüksek Lisans Tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Köklü, G. (2007). Pandispanya yapımında bazı yüzey aktif maddelerin kek nitelikleri üzerindeki etkileri (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Maral, E. (2019). Samsun ili Çarşamba ilçesi muşmula genotiplerinin kimyasal ve fiziksel karakterizasyonu (Yüksek Lisans Tezi), Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ordu.

- Michalska, A., Wojdylo, A., Lech, K., Lysiak, G., & Figiel, A. (2016). Physicochemical properties of whole fruit plum powders obtained using different drying technologies. *Food Chemistry*, 207, 223-232.
- Niamnuy, C., Devahastin, S., & Soponronnarit, S. (2007). Effects of process parameters on quality changes of shrimp during drying in a jet-spouted bed dryer. *Journal of Food Science*, 72(9), E553-E563.
- Olçay, N. (2019). Farklı teknikler ile kurutulmuş kamkat meyvesinin, bisküvi ve kek üretiminde kullanım (Yüksek Lisans Tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özkaya, E. (2021). Yaşam kalitesi ve fonksiyonel besinler. *Fenerbahçe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1), 62-68.
- Pawde, S., Talib, M. I., & Parate, V. R. (2020). Development of fiber-rich biscuit by incorporating dragon fruit powder. *International Journal of Fruit Science*, 20(3), 1620-1628
- Romani, S., Tappi, S., Balestra, F., Rodriguez Estrada, M. T., Siracusa, V., Rocculi, P., & Dalla Rosa, M. (2014). Effect of different new packaging materials on biscuit quality during accelerated storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(8), 1736-1746.
- Sellami, I., H., Rahali, F. Z., Rebey, I. B., Bourgou, S., Limam, F., & Marzouk, B. (2013). Total phenolics, flavonoids, and antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* L.) plants as affected by different drying methods. *Food Bioprocess Technology*, 6(3), 806-817.
- Slinkard, K., & Singleton, V. L. (1977). Total phenolic analysis, automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28(1), 49-55.
- Suna, S. (2019). Effects of hot air, microwave and vacuum drying on drying characteristics and in vitro bioaccessibility of medlar fruit leather. *Food Science and Biotechnology*, 28(5), 1465-1474.
- Topaloğlu, K. (2019). Glutensiz bisküvi üretimi (Yüksek Lisans Tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Türksoy, S., & Özkaya, B. (2011). Pumpkin and carrot pomace powders as a source of dietary fiber and their effects on mixing properties of wheat flour dough and cookie quality. *Food Science and Technology Research*, 17(6), 545-553.
- Uchoa, A. M. A., Correia da Costa, J. M., Maia, G. A., Meira, T. R., Sousa, P. H. M., & Brasil, I. M. (2009). Formulation and physicochemical and sensorial evaluation of biscuit-type cookies supplemented with fruit powders. *Plant Foods for Human Nutrition*, 64(2), 153-159.
- Uçar, B. (2011). Pandispanya kek kalitesi üzerine yabancı meyvelerin fonksiyonel etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Ulutürk, Ş., & Gül, H. (2019). Effects of fig seed flour on some quality parameters of cookies. *International Journal of Agriculture, Forestry and Life Sciences*, 3(2), 219-224.
- Yektiningsih, J. E. Sarofa, U., & Sopade, P. A. (2018). Effect of partial replacement of wheat flour with various mangrove fruit flours and different emulsifiers on physicochemical properties of biscuits. *Indonesian Journal of Agricultural Research*, 1(2), 152-161.
- Yıldız, E. (2019). Glutensiz bisküvi üretiminde badem unu ve stevya kullanımı (Doktora Tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Yoon, M. H., Jo, J. E., Kim, D. M., Kim, K. H., & Yook, H. S. (2010). Quality characteristics of bread containing various levels of flowering cherry (*Prunus serrulate* L. var. Spontanea Max. fils.) fruit powder. *Journal of the Korean Society for Food Science Nutrition*, 39(9), 1340-1345.
- Yoon, S. Y. (2013). Antioxidant activity and quality characteristics of chestnut cookies. *Journal of the Korean Society for Dietary Lifestyle*, 28(1), 70-77.
- Zulzevic, S. O., Mujić, A., Tahmaz, J., Đuderija, A., Lagumdžija, A., Džafić, A., & Akagić, A. (2020). Effects of dry fruit supplement on biscuit quality. *CE-Food 2020: 10th Central European Congress on Food*, (pp. 163-173), 11-13 June 2020, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina.