



T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN  
ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**FARKLI TEKNİKLERDE KURUTULMUŞ  
KARA MÜRVER MEYVESİNİN, BİSKÜVİ  
ÜRETİMİNDE KULLANIM İMKÂN LARI**

**Betül ALIÇ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Mart-2022**

**KONYA**

**Her Hakkı Saklıdır**

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Betül ALIÇ

Tarih: 22.03.2022

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

## FARKLI TEKNİKLERDE KURUTULMUŞ KARA MÜRVER MEYVESİNİN, BİSKÜVİ ÜRETİMİNDE KULLANIM İMKÂN LARI

Betül ALIÇ

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR

2022, 113 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR  
Doç. Dr. Sultan ARSLAN TONTUL  
Doç. Dr. Durmuş SERT

Kara mürver meyvesi (*Sambucus nigra*), Avrupa yaşlısı (elder) olarak da bilinen ve Adoxaceae ailesine ait olan küçük, yuvarlak şekilde siyah veya koyu mor renkte etli bir meyvedir. Kara mürver, yüksek fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesi sayesinde başta akut olmak üzere kronik gibi rahatsızlıklara karşı tedavi edici etki gösterdiği bildirilmiştir. Bu çalışmada; kara mürver meyvesinden üç farklı kurutma tekniği (konveksiyonel, mikrodalga ve vakum) ile kurutularak elde edilen meyve tozları, bisküvi formülasyonuna farklı ikame oranlarında (% 0, 5, 10, 15 ve 20) ilave edilmiş ve bisküvi üretiminde kullanılmıştır. Üretimi gerçekleştirilen bisküvi örneklerinin fiziksel (renk, tekstür, çap, kalınlık ve yayılma oranı), kimyasal (nem, ham yağ, ham protein, kül, karbonhidrat ve enerji, serbest, bağlı ve toplam fenolik madde, serbest ve bağlı antioksidan aktiviteleri (DPPH ve FRAP)) ve duyuusal özellikleri incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre bisküvi örneklerinin en yüksek renk değerleri  $L^*$  için mikrodalga ve  $b^*$  için ise konveksiyonel kurutma tekniği ile üretilmiş kara mürver meyve tozlarında elde edilmiştir. Bisküvi örneklerin en yüksek çap ve yayılma oranları vakum kurutma tekniği ile elde edilirken; farklı kurutma tekniklerinin sertlik, kırılma, nem, ham yağ, ham protein, kül, karbonhidrat ve enerji değerlerini etkilemediği belirlenmiştir. Bisküvilerin serbest fenolik madde miktarının farklı kurutma tekniklerinden etkilenmediği ama bağlı ve toplam fenolik madde miktarlarının ise en yüksek değerlerinin vakum kurutma tekniğiyle elde edildiği görülmüştür. Bisküvi örneklerin, serbest ve bağlı ekstraktın hem DPPH hem de FRAP antioksidan aktivitelerinin kurutma tekniklerinden etkilenmediği tespit edilmiştir. Kara mürver meyve tozu ikameli bisküvi örneklerinin renk değerlerinden  $L^*$  ve  $b^*$  azalma;  $a^*$  ise artış görülmüştür. Bisküvi örneklerinde kara mürver meyve tozu ikame oranı arttıkça çap, yayılma oranı ve sertlik değerleri artarken, kalınlık ve kırılma değerlerinin ise azaldığı tespit edilmiştir. Kara mürver meyve tozu ikame oranı arttıkça bisküvi örneklerinin, nem değeri % 6.79'dan % 7.30'a, ham yağ değeri % 16.44'den % 19.00'a, kül değeri % 1.41'den % 1.98'e, enerji değeri 449.42'dan 458.18 kkal/100 g'a yükselmişken; ham protein değeri % 7.57'den % 6.83'e, karbonhidrat değeri % 67.79'dan % 64.66'a düştüğü görülmüştür. Bisküvilerin kara mürver meyve tozu ikame artışına göre serbest fenolik maddesi 5.53'den 10.90 mg GAE/kg'a, bağlı fenolik maddesi 18.13'den 29.25 mg GAE/kg'a ve toplam fenolik maddesi ise 23.49'dan 39.30 mg GAE/kg'a yükselmiştir. Kara mürver meyve tozu ikame artışıyla, bisküvilerin DPPH antioksidan aktivite serbest ekstrakt için 1.83'den 2.17 mmol TE/100 g'a, bağlı ekstrakt için 42.50'den 57.16 mmol TE/100 g'a; FRAP için serbest ekstrakt 0.11'den 1.55 mmol TE/100 g'e ve bağlı ekstrakt ise 3.55'den 13.51 mmol TE/100 g'e arttığı görülmüştür. Duyusal değerlendirmede; vakum kurutma ve % 10 oranında kara mürver meyve tozu ikame edilen bisküvilerin kabul edilebilirlik açısından en uygun olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak farklı tekniklerle kurutularak elde edilen kara mürver meyve tozunun bisküvi üretiminde kullanım imkânlarının fiziksel, kimyasal ve duyuusal özellikleri açısından uygun olduğu ve son ürünün fonksiyonelliğini geliştirdiği kanısına varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bisküvi, kara mürver, *Sambucus nigra*, kurutma, fonksiyonel gıda.

## ABSTRACT

### MS THESIS

## THE USAGE POSSIBILITIES OF DRIED BY DIFFERENT METHODS BLACK ELDERBERRY FRUIT IN PRODUCTION OF BISCUITS

Betül ALIÇ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
IN FOOD ENGINEERING

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR

2022, 113 Page

Jury

Assoc. Prof. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR  
Assoc. Prof. Dr. Sultan ARSLAN TONTUL  
Assoc. Prof. Dr. Durmuş SERT

Black elderberry (*Sambucus nigra*), also known as European elder (elder), is a small, round-shaped black or dark purple fleshy fruit belonging to Adoxaceae family. It has been reported that black elderberry has a therapeutic effect against diseases such as cancer, diabetes and cardiovascular diseases, especially influenza, thanks its high phenolic content and antioxidant activity. In this study; fruit powders obtained from black elderberry fruit by drying with three different drying techniques (convection, microwave and vacuum) were added biscuit formulation different replacement rates (0, 5, 10, 15 and 20) and used in production of biscuits. Physical (color, texture, diameter, thickness and spreading rate), chemical (moisture, crude oil, crude protein, ash, carbohydrate and energy, (free, bound and total phenolic), free and bound antioxidant activities (DPPH and FRAP)) of produced biscuit samples) and sensory properties were examined.

According to results obtained, highest color values of biscuit samples were obtained in microwave drying techniques for  $L^*$  and convectional drying techniques for  $b^*$ . While highest diameter and spreading rates of biscuit samples are obtained vacuum drying technique; It was determined that different drying techniques did not affect hardness, fragility, moisture, crude oil, crude protein, ash carbohydrate and energy values. It was observed that amount of free phenolic substance of biscuits was not affected by different drying techniques, but highest values of bound and total phenolic substance amounts were obtained by vacuum drying technique. It was determined that both DPPH and FRAP antioxidant activities of biscuit samples, free and bound extract were not affected by drying techniques.  $L^*$  and  $b^*$  decrease in color values of black elderberry fruit powder substituted biscuit samples;  $a^*$  increased. It was determined that diameter spreading rate and hardness values of biscuit samples increased as black elderberry powder substitution rate increased while thickness and brittleness values decreased. As black elderberry powder substitution rate increased moisture value of biscuit samples increased from 6.79% to 7.30%, crude oil value from 16.44% to 19.00%, ash value from 1.41% to 1.98%, energy value from 449.42 to 458.18 increased to kcal/100g; Crude protein value decreased from 7.57% to 6.83%, and carbohydrate value decreased from 67.79% to 64.66%. According to black elderberry fruit powder substitution increase of biscuits, free phenolic substance from 5.53 to 10.90 mg GAE/kg, bound phenolic substance from 18.13 to 29.25 mg GAE/kg, and total phenolic substance from 23.49 to 39.30 mg GAE/kg has risen. With increase of black elderberry fruit powder substitution, DPPH antioxidant activity of biscuits increased from 1.83 to 2.17 mmol TE/100g for free extract from 42.50 to 57.16 mmol TE/100g for bound extract; For FRAP, free extract increased from 0.11 to 1.55 mmol TE/100g, and bound extract increased from 3.55 to 13.51 mmol TE/100g. In sensory evaluation; It was determined that vacuum drying and 10% elderberry fruit powder substituted biscuits were most suitable in terms of acceptability. As a result, it was concluded that use of black elderberry fruit powder obtained by drying with different techniques in biscuit production is suitable in terms of physical, chemical and sensory properties and functionality of final product is improved.

**Keywords:** Biscuit, elderberry, *Sambucus nigra*, drying, functional food.

## ÖNSÖZ

Akademi alanında ilk adım olan, yüksek lisansa başlamam için bana yol gösteren, bu güzel süreçte benim de bilime katkıda bulunmamda yardımcı olan, hem bilgisiyle hem tecrübeleriyle desteğini asla eksik etmeyen değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR'e,

Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümüne ve hocalarına,

Hem tez analizlerimde hem de tez yazım sürecinde bilgisi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren, analizlerimde hiçbir zaman yardımını eksik etmeyen ve bu süreçte güzel deneyimler kazanmamı sağlayan Nezahat OLCAY'a,

Bu eğitim döneminin bana kazandırdığı, her anımda hem destek vererek hem de yardımcı olarak bu süreci en güzel şekilde geçirmemi sağlayan en kıymetli dostlarım Esmâ Nur BULUT'a, Tuğba USTA'ya ve Sümeyye DURSUN ŞİRİN'e,

Yaşamımın her anında bana yol gösteren, her türlü desteği sağlayan ve her zaman benim yanımda olan canım babam Nevzat ALIÇ'a ve canım annem Hacer ALIÇ'a,

Tüm sevgileri ile yanımda olan ve destek veren canım abilerim Serkan ALIÇ'a, Mustafa ALIÇ'a ve tüm aileme,

Laboratuvar çalışmalarımnda bana yardımlarını eksik etmeyen canım yiğenim Serra ALIÇ'a,

Sonsuz teşekkür ederim.

Betül ALIÇ  
KONYA-2022

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iii
ABSTRACT .....	iv
ÖNSÖZ .....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....</b>	<b>4</b>
2.1. Kara Mürver ( <i>Sambucus nigra</i> L.) .....	4
2.2. Kara Mürverin Besin İçeriği .....	10
2.3. Kara Mürverin Sağlık Açısından Değerlendirilmesi .....	21
2.3.1. Antioksidan aktivite .....	21
2.3.2. Antiviral ve antibakteriyal aktivite.....	22
2.3.3. Antikanser aktivite .....	23
2.3.4. Antidepresan aktivite.....	23
2.4. Gıdalara Uygulanan Kurutma Teknikleri .....	24
2.4.1. Konveksiyonel kurutma .....	24
2.4.2. Mikrodalga kurutma .....	25
2.4.3. Vakum kurutma.....	25
2.5. Bisküvi .....	25
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>29</b>
3.1. Materyal .....	29
3.2. Yöntem.....	29
3.2.1. Deneme deseni .....	29
3.2.2. Kara mürver toz üretimi .....	30
3.2.3. Bisküvi üretimi .....	31
3.2.4. Fiziksel analizler .....	31
3.2.4.1. Renk.....	31
3.2.4.2. Çap, kalınlık ve yayılma oranı.....	32
3.2.4.3. Tekstür .....	32
3.2.5. Kimyasal analizler.....	32
3.2.5.1. Nem .....	32
3.2.5.2. Ham protein .....	32
3.2.5.3. Ham yağ.....	33
3.2.5.4. Kül .....	33
3.2.5.5. Karbonhidrat değerleri.....	33
3.2.5.6. Enerji değerleri .....	33

3.2.5.7. Fenolik madde .....	33
3.2.5.8. Antioksidan aktivite.....	34
3.2.6. Duyusal analizi .....	35
3.2.7. İstatistiksel değerlendirme.....	35
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA .....</b>	<b>36</b>
4.1. Hammadde Analiz Sonuçları .....	36
4.1.1. Renk .....	36
4.1.2. Kimyasal analiz sonuçları .....	38
4.2. Bisküvi Analiz Sonuçları .....	50
4.2.1. Fiziksel analizler .....	50
4.2.1.1. Renk.....	50
4.2.1.2. Çap, kalınlık ve yayılma oranı sonuçları .....	54
4.2.1.3. Tekstür .....	57
4.2.2. Kimyasal analiz sonuçları .....	60
4.2.2.1. Nem .....	61
4.2.2.2. Ham yağ.....	62
4.2.2.3. Ham protein .....	64
4.2.2.4. Kül .....	65
4.2.2.5. Karbonhidrat.....	66
4.2.2.6. Enerji .....	68
4.2.2.7. Fenolik madde ve antioksidan aktivite .....	69
4.2.3. Duyusal analiz sonuçları .....	78
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>80</b>
5.1. Sonuçlar .....	80
5.2. Öneriler .....	82
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>83</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>112</b>
<b>EK 1- KURUTMA PROSESİNE AİT GÖRSELLER.....</b>	<b>112</b>
<b>EK 2- ÜRETİLEN BİSKÜVİ ÖRNEKLERİNE AİT GÖRSELLER.....</b>	<b>113</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1.	Kara mürver ve bazı üzüksü meyvelerin besin içeriği.....	10
Çizelge 2.2.	Kara mürverin amino asit içeriği.....	11
Çizelge 2.3.	Kara mürver bitkisinin meyve ve çekirdeklerinin yağ asidi içeriği.....	12
Çizelge 2.4.	Kara mürverin mineral madde içeriği.....	13
Çizelge 2.5.	Kara mürver meyvesinin organik asit içeriği.....	14
Çizelge 2.6.	Kara mürver meyvesinde bulunan fenolik bileşikler.....	15
Çizelge 2.7.	Mürverden yapılan ürünlerin fenolik bileşik içerikleri.....	16
Çizelge 2.8.	Kara mürverde bulunan antosiyaninler ve miktarları.....	17
Çizelge 2.9.	Haschberg mürver çeşidinin antosiyanin karşılaştırması.....	18
Çizelge 2.10.	Farklı mürver türlerinin siyanojenik glikozit miktarlarının karşılaştırılması...	19
Çizelge 3.1.	Üretim deneme deseni.....	29
Çizelge 3.2.	Kurutma metodu ve parametreleri.....	30
Çizelge 3.3.	Bisküvi formülasyonu.....	31
Çizelge 4.1.	Hammaddelerin renk analizi sonuçları.....	36
Çizelge 4.2.	Hammaddelerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları.....	38
Çizelge 4.3.	Hammaddelerin fenolik madde analiz sonuçları.....	42
Çizelge 4.4.	Hammaddelerin DPPH ve FRAP antioksidan aktivite sonuçları.....	45
Çizelge 4.5.	Bisküvi örneklerine ait renk analiz sonuçları.....	50
Çizelge 4.6.	Bisküvi örneklerinin renk analizlerine ait varyans analizi sonuçları.....	51
Çizelge 4.7.	Bisküvi örneklerinin renk analizlerine ait Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları.....	51
Çizelge 4.8.	Bisküvi örneklerine çap, kalınlık ve yayılma oranı sonuçları.....	54
Çizelge 4.9.	Bisküvi örneklerine çap, kalınlık ve yayılma oranına ait varyans analiz sonuçları.....	55
Çizelge 4.10.	Bisküvi örneklerine çap, kalınlık ve yayılma oranına ait Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları.....	55
Çizelge 4.11.	Bisküvi örneklerine ait tekstür analiz sonuçları.....	57
Çizelge 4.12.	Bisküvi örneklerinin tekstür analizine ait varyans analizi sonuçları.....	58
Çizelge 4.13.	Bisküvi örneklerinin tekstür analizine ait Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları.....	58
Çizelge 4.14.	Bisküvi örneklerinin kimyasal analiz sonuçları.....	61
Çizelge 4.15.	Bisküvi örneklerinin kimyasal analizlerine ait varyans analizi sonuçları.....	61

<b>Çizelge 4.16.</b>	Bisküvi örneklerinin kimyasal analizlerine ait Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları.....	62
<b>Çizelge 4.17.</b>	Bisküvi örneklerinin serbest, bağlı ve toplam fenolik madde analiz sonuçları	70
<b>Çizelge 4.18.</b>	Bisküvi örneklerinin serbest, bağlı ve toplam fenolik madde analizlerine ait varyans analizi sonuçları.....	70
<b>Çizelge 4.19.</b>	Bisküvi örneklerinin serbest, bağlı ve toplam fenolik madde analizlerine ait Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları.....	71
<b>Çizelge 4.20.</b>	Bisküvi örneklerinin DPPH ve FRAP antioksidan aktivite sonuçları.....	74
<b>Çizelge 4.21.</b>	Bisküvi örneklerinin DPPH ve FRAP antioksidan aktivitesine ait varyans analizi sonuçları.....	74
<b>Çizelge 4.22.</b>	Bisküvi örneklerinin DPPH ve FRAP antioksidan aktivite değerlerine ait Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları.....	75
<b>Çizelge 4.23.</b>	Bisküvi örneklerinin duyuşal değerlendirme sonuçları.....	78

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	<i>Sambucus nigra</i> 'nın Avrupa ülkelerinde yayılan popülasyonu.....	5
Şekil 2.2.	<i>Sambucus nigra</i> 'nın İngiliz Adalarındaki popülasyonu.....	5
Şekil 2.3.	<i>S. nigra</i> ve <i>S. ebulus</i> türlerinin Türkiye'de yayılımı.....	6
Şekil 2.4.	Kara mürver bitkisinin yaprakları.....	8
Şekil 2.5.	Kara mürver bitkisinin çiçeği ve meyvesi.....	8
Şekil 2.6.	Kara mürver bitkisinin ekimi.....	9
Şekil 2.7.	Bisküvi üretimi akış şeması.....	26
Şekil 3.1.	Bisküvilerde renk ölçümü.....	31
Şekil 3.2.	Bisküvilerde çap ölçümü.....	32
Şekil 3.3.	Bisküvilerde tekstür analizi.....	32
Şekil 4.1.	Kara mürver meyve tozu ve ikame oranlarının yayılma oranı üzerine etkisi...	56
Şekil 4.2.	Kara mürver meyve tozu bisküviye ikame oranlarının duyuşal değerlendirme	79

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

°C	:Celsius (Santigrat derece)
mg	:Miligram
g	:Gram
kg	:Kilogram
ml	:Mililitre
mmHg	:Milimetre Cıva
kcal	:Kilokalori
GAE	:Gallik Asit Eşdeğeri
TE	:Trolox Eşdeğeri
W	:Watt
rpm	:Dakikadaki Devir Sayısı
HCl	:Hidroklorik Asit
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	:Sülfirik Asit
NaOH	:Sodyum Klorür
NaKC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	:Sodyum Postasyum Tartarat

### Kısaltmalar

AACC	:Amerikan Tahıl Kimyagerleri Derneği
KKKM	:Konveksiyonel Kurutulmuş Kara Mürver Meyve Tozu
MKKM	:Mikrodalga Kurutulmuş Kara Mürver Meyve Tozu
VKKM	:Vakum Kurutulmuş Kara Mürver Meyve Tozu
KK	:Konveksiyonel Kurutma
MK	:Mikrodalga Kurutma
VK	:Vakum Kurutma
DPPH	:2,2-difenil-1-picrylhydrazyl
FRAP	:Ferrik Azaltıcı Antioksidan Gücü
TSE	:Türk Standartları Enstitüsü
SFA	:Doymuş Yağ Asidi
MUFA	:Tekli Doymamış Yağ Asidi
PUFA	:Çoklu Doymamış Yağ Asidi

## 1. GİRİŞ

Beslenme, insanın fizyolojik gereksinimlerinde ilk sırada yer alan bir temel niteliğinde olup, aynı zamanda sağlıklı bir yaşamın da ön koşuludur. Dengeli ve yeterli beslenme, insan yaşam döngüsünde; büyüme, gelişme, sağlıklı ve aktif yaşamı devam ettirmede önemli bir süreçtir (Anonim, 2019). Ayrıca gıda ürünlerinin sadece karın doyurmak ve gerekli besinleri karşılamasının yanı sıra insanın fiziksel ve zihinsel sağlığını iyileştirirken hastalıkları da önlediği gözlemlenmiştir (Roberfroid, 2000; Menrad, 2003; Siro ve ark., 2008).

Günümüzde globalleşme, popülasyon artışı, ekonomik açıdan gelişme, teknolojik değişimler, tüketicilerin gıdalara yönelik tercihlerinde ve üretim-tüketim motiflerinde büyük bir değişim meydana getirmiştir. Aynı zamanda kültürel etmenlerin toplumsal yapıyı değiştirmesi, tüketicilerin beslenme tarzını da etkilemiştir (Johns ve Sthapit, 2004; Siro ve ark., 2008; Hacıoğlu ve Kurt, 2012). Gelişen teknoloji ile daha çok okuyan, araştıran ve beslenmesine dikkat eden bilinçli kitleler oluşmuştur. Bu kitleler yaşamları hakkında daha çok kaygılanmakta olup gıdaların sağlıklarını doğrudan etkilediğini düşünmektedirler. Düşüncelerinin doğrultusunda sağlıklı bir yaşam sürdürmek için farklı beslenme tarzlarına yönelmektedirler (Hosni ve ark., 2017; Bozyiğit ve Kılınç, 2019).

Tüketiciler, kaliteli ve sağlıklı bir yaşam sürdürmek için sağlık sorunlarına çözümler ararken aynı zamanda hastalıklardan da korunma gibi önlemlere eğilim göstermektedirler. Fonksiyonel gıdaların tüketimi ise bu alınan önlemlerden birisidir (Hacıoğlu ve Kurt, 2012). Fonksiyonel gıdalar, vücudun hem temel besin gereksinimlerini karşılama, hem de kimyasal ve fiziksel fonksiyonların daha sağlıklı şekilde çalışmasını sağlamaktadır. Ayrıca metabolik ve fizyolojik süreçlerin düzenlenmesine ek faydalar sağlayarak, vücudun hastalıklardan korunmasını ve daha sağlıklı bir yaşam elde etmeyi hedefleyen gıda ve gıda bileşenleridir. Vücudun savunma sistemini güçlendirip, direncini arttırarak hastalıkları önleyen bu gıdaların, bazı hastalıklara (Alzheimer ve Demans gibi) karşı koruyucu etkisi sayesinde kullanımı yaygınlaşmıştır. Ayrıca, fonksiyonel gıda tüketiminin tedavi masraflarını azaltıcı bir etkisi olduğu belirtilmektedir (Sheey ve Morrissey, 1998; Erbaş, 2006; Niva, 2007; Krystallis ve ark., 2008; Messina ve ark., 2008; Hacıoğlu ve Kurt, 2012; Son, 2019).

Tahıl ve ürünleri tarihi, arkeolojik çalışmalar sonucunda 75.000 yıl önceye dayanmaktadır. Bu gıda grubunun geçmişten günümüze kadar gelmesinin başlıca nedeni, tat ve aroma bakımından nötr karaktere sahip olmasıdır. Ayrıca aromatik gıdalar ile tüketilebilmesi, bu ürünlere vazgeçilmez bir özellik katmaktadır (Elgün ve Ertugay, 2000). Tahıl ürünleri, hem çeşitlendirilebilen hem de içeriği doğal veya sentetik bileşenler ile

zenginleştirilebilen önemli bir gıda kaynağı olarak görülmektedir (Meral ve ark., 2009; Aksoylu ve ark., 2012).

Tahıl ürünleri arasında önemli bir yeri olan bisküvi; kolay elde edilen, farklı lezzetler sahip, uygun fiyatlı, ambalajlı halde bayatlamadan uzun süre muhafaza edilebilen, tüketime hazır olmasından dolayı öğün dışındaki beslenmede önemli bir yer alan ve toplumun büyük çoğunluğu tarafından sevilerek tüketilen hazır mamuldür. Ayrıca, toplumun gelir düzeyi arttıkça bisküvi tüketimi, diğer tahıl ürünlerinin aksine artmaktadır (Özkaya ve ark., 1996; Doğan, 2005; Magda ve ark., 2008; Aksoylu ve ark., 2012).

Bisküvinin, fonksiyonel bir gıda olarak zenginleştirilip tüketiciye sunulması ile toplum sağlığının iyileştirilmesine sağlanabilmektedir. Toplum ihtiyaçlarına göre değişen bu zenginleştirme ajanları, genellikle protein, lif ve antioksidan kaynaklarıdır (Aksoylu ve ark., 2012). Bisküvi gibi yağ içeriği yüksek unlu mamullerin, uzun depolama şartlarında oksidasyon kaynaklı bozulmalar meydana gelmekte ve kalite kaybı meydana gelmektedir. Bu nedenle kalitelerinin korunması ekonomik açıdan önem taşımaktadır. Oksidasyon, ürünlerin duyu özelliklerini bozulmasına ve acılaşmasına neden olarak tüketimlerini olumsuz etkilemektedir. Oksidasyon oluşumları, doğal ve yapay antioksidanlar ile önlenip geciktirilebilir. Ama yapay antioksidanlar, toksik etkileri yüzünden insan sağlığı üzerinde kanserojen etkilere neden olmaktadır. Bu nedenle, bitkisel antioksidanlara ve antikarsinojenlere ilgi de artmaktadır (Ito ve ark., 1986, Gazzani ve ark., 1998; Sudha ve ark., 2007; Magda ve ark., 2008).

Son zamanlarda adını sıklıkla antioksidanlar ile beraber duyduğumuz kara mürver (*Sambucus nigra* L.), Adoxaceae familyasına ait ağaççık formundaki bir bitki türüdür. Hipokrat, Dioskorides ve Pilinius gibi şifacıların doğanın en şifalı bitkisi olarak gördükleri kara mürveri, ilaç olarak kullandıkları bilinmektedir. Ek olarak, Hipokrat tarafından kara mürver ağaçlarının “ilaç sandığı” olarak tanımlandığı belirtilmiştir. Avrupa’da ise halen geleneksel ilaç ve gıda olarak kullanımları mevcuttur (Kilham, 2000; Ağalar, 2019). Kara mürverin insan sağlığına etkilerinin, kimyasal yapısında bulunan antosiyaninler, flavonoidler, polifenoller, fenolik asitler ve tanenler gibi biyoaktif bileşenlerin sayesinde olduğu bildirilmiştir (Veberic, 2009; Tejero ve ark., 2015). Kara mürver bitkisinin antioksidan, immünomodülatör, antiviral, antimikrobiyal, antiinflamatuvar ve antidepresan etkilere sahip olduğu belirtilmiştir (Ağalar, 2019).

Kara mürverin soğuk algınlığı ve influenza hastalıklarının tedavisinde ilaç olarak kullanımının eski Roma’ya kadar dayandığı bildirilmiştir. Britanya ve Amerika’da geleneksel olarak kara mürver çiçeklerinden yapılan çayların, soğuk algınlığı ve boğaz ağrısı gibi

hastalıklara karşı terapötik olarak kullanıldığı belirtilmiştir. Ayrıca kara mürverin soğuk algınlığını üç gün içerisinde geçirdiği ve antikor üretimini olumlu yönde arttırdığı kanıtlanmıştır (Bergner, 1996). Geleneksel Avrupa tıbbında ise; ateş, diş ağrısı, yara, cilt yanıkları, romatizma, dizanteri, kulak ve göz rahatsızlıkları, epilepsi gibi hastalıklara karşı tedavi edici olarak kullanılmaktadır (Tejero ve ark., 2015). Aynı zamanda kara mürver meyve tüketimi ile kardiyovasküler, kanser ve Alzheimer gibi hastalıkları önleme arasında önemli bir ilişki olduğu bildirilmektedir (Netzel ve ark., 2005; Zafra-Stone ve ark., 2007; Mikulic-Petkovsek ve ark., 2014; Rodriguez-Mateos ve ark., 2014).

Kara mürver meyvelerinin taze olarak tüketiminden daha çok marmelat, reçel, meyve suyu, sirke, çay, şarap ve likör gibi tüketim şekilleri tercih edilmektedir (Netzel ve ark., 2005; Veberic ve ark., 2009; Duymuş, 2010; Arslanoğlu ve ark., 2019). Ayrıca kızarmış elder flower (Hollerküchln) olarak bilinen bir tür atıştırılmalı da bulunmaktadır (Sole, 1988; Vállés ve ark., 2004).

Bu çalışmada ise tahıl ürünlerinden olan bisküvi örneklerine kara mürver (*Sambucus nigra* L.) ikamesi ile besinsel değerini arttırarak fonksiyonel özelliklere sahip olan yeni bir ürün geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla farklı kurutma teknikleri (konveksiyonel, mikrodalgalı ve vakumlu kurutma) ile kurutularak elde edilen kara mürver meyve tozları, bisküvi formülasyonuna buğday unu yerine farklı oranlarda (% 0, 5, 10, 15, 20) ikame edilmiştir. Kara mürver ilavesiyle bisküvi örneklerinin duyuşal, fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkileri incelenmiştir.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Kara Mürver (*Sambucus nigra* L.)

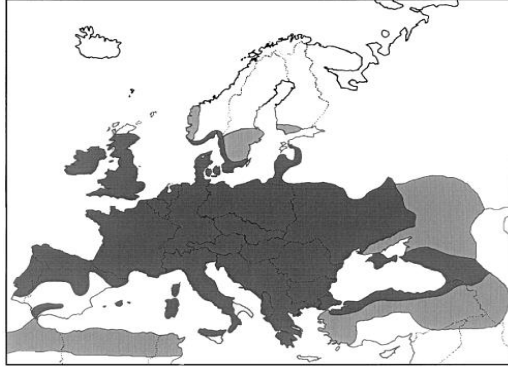
Kara mürver (*Sambucus nigra* L.), Avrupa yaşlısı (elder) olarakta bilinen Adoxaceae ailesine ait bir bitkidir (Donoghue ve ark., 2001). Önceleri Caprifoliaceae ailesi içerisinde değerlendirilen kara mürver, yapılan son çalışmalar ile Adoxaceae ailesi ile hem genetik hem de morfolojik karşılaştırmalar sonucunda bu ailenin akrabası olduğu ortaya çıkmıştır (Donoghue ve ark., 2003; Porter ve Bode 2017).

*Sambucus* türlerinin (*S. nigra* L., *S. ebulus* L, ve *S. racemosa* L.) arkeolojik çalışmalar sonucunda Kalkolitik ve Neolitik Dönemlere ait tohum ve kalıntıları bulunmuştur. Kuzey İtalya ve Güney Fransa'da insanların geçim kaynağı olarak *Sambucus* türlerini kullandığı ve en çok bulunan meyve olduğu bildirilmiştir (Martin ve ark., 2008; Mariotti-Lippi ve ark., 2010; Tejero ve ark., 2015). Ayrıca kara mürverin, Kalkolitik Dönemde en çok tüketilen meyvelerden biri olduğu bilinmektedir. Neolitik Dönem de sadece *S. ebulus* ve *S. nigra* türleri gıda olarak tüketildiği Romalılar, Daçyalılar ve Galyalılar tarafında tıbbi amaçlar için kullanıldıkları belgelenmiştir. Dioscoridler, Hipokrat gibi antik şifacılar tarafından *Sambucus* türleri farklı birçok sağlık amaçları için kullanılmış olup bu bitki için doğanın en büyük şifalı bitkisi tanımlamasını yapmışlardır. Hipokrat'ın ise kara mürver ağaçlarını ilaç sandığı olarak gördüğü belirtilmiştir (Kilham, 2000; Tejero ve ark., 2015).

Kara mürver, Kuzey Afrika, Avrupa, Asya ve Amerika'nın birçok bölgesine has bir türdür (Veberic ve ark., 2009). Kara mürver, Almanya, Danimarka, İtalya, İsviçre (Milliken ve Bridgewater, 2001; Charlebois ve ark., 2010), Avusturya, Macaristan, Slovakya ve Çek Cumhuriyeti (Vítová ve ark., 2013; Costica ve ark., 2019) gibi ülkelerde ticaret açıdan tarlalarda yetiştirilmektedir. Başka bir araştırmada ise kara mürver çiçeğinin, ticaret amaçla Romanya, Bosna-Hersek, Bulgaristan, Hırvatistan, Macaristan, Makedonya, Arnavutluk, Sırbistan, Karadağ ve Rusya'da yetiştirildiği belirtilmiştir (Engels ve Brinckmann, 2013).

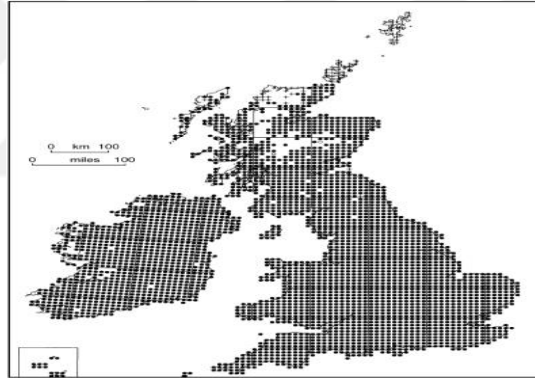
Ülkelere göre yetiştirilen kara mürver türleri farklılaşmaktadır. Avusturya'da Haschberg, Tattin, Rubin; Danimarka'da Sambu, Samdal, Samly, Sampo, Kosör ve Allesoe; Almanya'da ise Haidegg, Sambu, Samly, Sampo ve Haschberg ağırlıklı olarak bu türler yetiştirilmektedir (Lehman, 1935; Engels ve Brinckmann, 2013). Almanya ve Avusturya'da en çok yetiştirilen türün Haschberg türü olması verimli ve yüksek renk maddesi içermesi nedenlerindedir (Engels ve Brinckmann, 2013). Yapılan araştırmalara göre, *Sambucus nigra*'nın birçok çeşidinin Avrupa'da ekildiği, meyvesi için en çok yetiştirilen Haschberg türü olduğu bildirilmiştir. Bu türün çiğ tüketimi nadir olarak karşılaşılsa da genel olarak konsantre

ve meyve suyu olarak işlenmektedir (Veberic ve ark., 2009). *Sambucus nigra*'nın Avrupa ülkelerinde yayılışı Şekil 2.1'de verilmiş olup; açık renkli bölgelerin izole edilmiş popülasyonu belirtirken, koyu renkli bölgelerin ise sürekli yayılımını belirtmektedir.



Şekil 2.1. *Sambucus nigra*'nın Avrupa ülkelerinde yayılan popülasyonu (Atkinson ve Atkinson, 2002)

*Sambucus nigra* bitkisi, İngiliz adalarının orman kenarlarında ve açık alanlardaki yayılımı ise Şekil 2.2'de gösterilmiştir. Şekil 2'de gösterilen her nokta Ulusal Izgara' nın 10 km<sup>2</sup>, de en az bir kaydı temsil etmektedir.

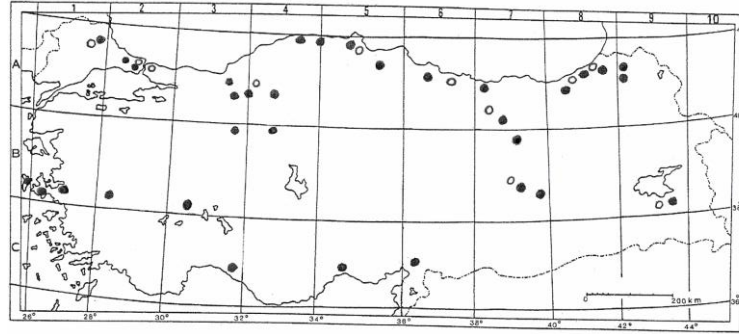


Şekil 2.2. *Sambucus nigra*'nın İngiliz Adalarındaki popülasyonu (Atkinson ve Atkinson, 2002)

*Sambucus nigra*, İber Yarımadasının kuzey ve batı kısmında, Sicilya, Yunanistan, Fas, Cezayir, Tunus ve Azor Adalarının da görüldüğü belirtilmiştir. Fas'ta 2200 m, Alpler'de 1500 m ve Tatra Dağı'nda 900 metrenin üzerindeki yüksek rakımlarda bulunmadığı bildirilmiştir (Atkinson ve Atkinson, 2002).

Türkiye'de doğu ve batı sınırlarının yaklaşık 55° enlemlerinde ve 1600 metreye kadar yüksekliklerde görülürken, kuzey kıyı sınırlarında ise düzensiz olarak görülmektedir. Ülkemizde kara mürver, Trabzon'da Ladin ve Gürgeç ormanlarında, Erzincan, Bolu, Düzce, İzmit, Adapazarı ve Orta Anadolu'nun yamaçlarında yetiştiği bildirilmiştir (Kayabaşı ve Etikan, 1998). Başka bir kaynakta ise Bolu, Kırklareli, Sinop, Ordu, Giresun, Rize, Erzincan, Elazığ ve İzmir' de yetiştiği belirtilmiştir (Dündar, 2009). Türkiye'de iki *Sambucus* türünün

yayılışı Şekil 2.3’de verilmiştir. *Sambucus nigra*, siyah noktaları; *Sambucus ebulus* ise beyaz noktalar temsil etmektedir.



Şekil 2.3. *S. nigra* ve *S. ebulus* türlerinin Türkiye’ de yayılımı (Dündar, 2009).

Ülkemizde *Sambucus nigra*’nın şehirlere göre farklı isimler ve amaçlarla kullanıldığı görülmüştür. Erzincan şehrimizde “patırık” olarak bilinen kara mürverin, yaprakları hariç abse olgunlaştırmasında kullanıldığı ve çiçeklerinin de diyabetin tedavisi için içildiği görülmüştür (Sezik ve ark., 1997). Tunceli şehrimizde ise “patpatik ağacı” olarak tanınan ve yöre halkı tarafından macun ve sabun içlerine katılarak çıban üzerine sürülerek kullanıldığı bildirilmiştir (Şimşek ve ark., 2002; Duymuş, 2010).

Genç ve Özhatay (2006), Çatalca yöresinde kara mürverin yaprakları haricen hayvan yaralarında kullandığını; çiçek infüzyonunun diyabetin tedavisinde kullanılabileceği ve diüretik etkisinin olduğunu; köklerinden hazırlanan infüzyonun ise romatizmaya karşı kullanıldığını bildirmişlerdir. Edirne şehrimizde kara mürver çiçeklerinden elde edilen ekstraksiyonlarında öksürük, diyabet ve karın ağrılarına karşı kullanıldığı görülmüştür (Tuzlacı ve ark., 2010). Yeşilada ve ark. (1997), kara mürver meyvelerinin hemoroide ve yapraklarının da romatizmaya iyi geldiğini bildirmiştir.

*S. nigra*, İzmir şehrimizde kara mürver veya mürver isimleriyle bilinmekte olup bitkinin çiçek ve yaprakları ile hazırlanan ekstraktların soğuk algınlığı, grip, kabızlık, laktasif, diüretik ve solunum yolu rahatsızlıklarına karşı kullanıldığı belirtilmiştir (Ugulu ve ark., 2009). Manavgat bölgesinde bitkinin taze sürgün ve yapraklarından hazırlanan lapanın çıban üzerine sürülerek tedavi edildiği görülmüştür (Bulut, 2006). Kırklareli şehrimizde ise kara mürver bitkisinin, çiçeklerinden çay; meyvelerinden reçel yapıldığı belirtilmiştir (Kültür, 2008).

*Sambucus nigra*’nın ülkemizdeki diğer isimleri ise; Mundarağ, Mındar, Mindıraç, Melesir, Patlak, Patlayak, Patlavuç, Patlangaç, Patlangıç, Patlangoz, Patlankuç, Şişni, Yalangaz ve Yalankoz’dur (Blumenthal ve ark., 1996; Dündar, 2009; Karaduman, 2019). Diğer ülkelere ait isimleri; European veya Black elder, Sambucus, Bourtree flowers

(İngiltere), Aalhornblüten, Schwitztee, Holunderbluten, Fliedertee (Almanya) ve Fleurs de bureau (Fransa)'dır (Baytop ve ark., 1994; Dündar, 2009).

*Sambucus* bitkisinin, yeryüzünde 40 adet türe sahip olduğu bildirilmiştir (Dündar, 2009). Yapılan araştırmalar ile türler birkaç kez revize edilmiş ve tür sayısında azalmalar gözlemlenmiştir. Yenide gözden geçirilen *Sambucus* tür sayısı 9 olarak tanımlanmıştır: *S. ebulus*, *S. adnata*, *S. wightiana*, *S. gaudichaudiana*, *S. javanica*, *S. australasica*, *S. australis*, *S. racemosa* ve *S. nigra*'dır. Ayrıca *Sambucus* bitkisinin vahşi, yarı vahşi ve kültüre alınmamış türleri de mevcuttur (Bolli, 1994; Mikulic-Petkovsek ve ark., 2015).

Adoxaceae ailesi, *Sambucus* L. cinsinden olan kara mürver, birçok biyokimyasal, genetik karakter, fizyolojik ve morfolojiye sahip heterojen bir vahşi, yarı vahşi veya kültürlü türü temsil ettiği belirtilmiştir (Bolli, 1994; Mikulic-Petkovsek, 2015). Bu türler, çalı veya küçük ağaç formunda (odunsu) ya da rizomatöz formunda (köklü) olan çok yıllık bitkilerdendir.

Atkinson ve Atkinson (2002), kara mürver bitkisinin en az 25 yıl ömrü olduğunu belirtirken, Wilczynski ve Podlaski (2005) ise 35 yıldan fazla yaşayanlarında nadir olarak görüldüğünü bildirmiştir. Aynı zamanda yetiştirilen ve vahşi Amerikan türlerinin ömrü bilinmemekle beraber diğer türlere benzediği düşünülmektedir (Charlebois ve ar., 2010).

Birçok kaynakta kara mürver bitkisinin boyunun en fazla 10 metreye kadar uzayabildiği belirtilmiştir (Atkinson ve Atkinson 2002; Wilczynski ve Podlaski 2005; Ulbricht ve ark., 2014; Gilman ve ark., 2018). Başka bir çalışmada, kara mürver bitkisinin kuzey kesimlerde en fazla 3 metre; güney kesimler de ise 4.5 metre yüksekliğe ulaşabildiği bildirilmiştir (Elias 1980; McLaughlin ve ark. 2008; Charlebois ve ark., 2010). Gilman ve ark. (2018), yaptıkları bir araştırma da ise bitkinin yüksekliği 1.5 ile 3.6 metre ve yayılışının da 1.8 ile 3.0 metre arasında olduğunu belirtmiştir.

Kara mürver bitkisinin, 20 metreye kadar toprak derinliklerine inen, lifli, yanal ve fasikülat yapıda kökleri olduğu bildirilmiştir (Charlebois ve ar., 2010). Bu ağaççık, kahverengi-boz renkte bir kabuğa ve genellikle silindir şeklinde bir gövdeye sahiptir (Gilman ve ark., 2018). Yaprakları ise üst kısımlarda koyu alt kısımlarda daha soluk yeşil olup genellikle parlak yeşil bir rengi vardır. Bitkinin, güz döneminde yaprak rengi sarıya dönerken yine bu dönemde yapraklarını döktüğü bildirilmiştir. Boyutlarının ise 10 ile 15 cm arasında değiştiği belirtilmiştir. Yapraklarının tüysü bir yapısı (pinnate), düzensiz kenarları ve testere dişleri (3 ile 15 serrat dişler) bulunmaktadır (Bolli, 1994; Mikulic-Petkovsek ve ark., 2015; Gilman ve ark., 2018).

Bajer ve ark. (2017), yapraklarının en fazla 30 cm'ye kadar uzadığını bildirmiştir. Yaprakçıklarının ise 5 ile 9 adet arasında değiştiğini ve kenarlarının tırtıklı olduğunu belirtmişlerdir. Şekil 2.4'te kara mürver bitkisinin yapraklarını içeren görsel verilmiştir.



Şekil 2.4. Kara mürver bitkisinin yaprakları (Gilman ve ark., 2018)

Kara mürver, ilkbaharın sonlarına doğru küçük, oval şeklinde, beyaz veya krem renkte, küçük saplı ve hoş kokulu çiçekleri salkımlar halinde açtığı bildirilmiştir (Bolli, 1994; Mikulic-Petkovsek ve ark., 2015; Bajer ve ark., 2017; Gilman ve ark., 2018). Meyveleri ise çiçeklerdeki gibi salkımlar şeklinde bulunmaktadır. Her salkım 150 ile 200 adet meyve vermektedir. 3 ile 5 mm çapında yuvarlak, olgunlaştıkça siyah veya koyu mor renk alan, etli yapıda ve içerisinde 3 ile 5 adet arasında çekirdek bulunduran bir meyvedir. Meyveler yaz ortasından yaz sonuna kadar görüldüğü belirtilmiştir (Olgun ve ark., 2012; Gilman ve ark., 2018). Şekil 2.5'te kara mürver bitkisinin çiçek ve meyvelerini içeren görsel verilmiştir.



Şekil 2.5. Kara mürver bitkisinin çiçeği ve meyvesi (Gilman ve ark., 2018)

Kara mürver bitkisinin beslenme ve ilaç bakımında önemi büyük olup erozyona karşıda kullanılmaktadır (Grădinaru ve Istrate, 2004; Pârvu, 2006; Costică ve ark., 2019). Toprak, yağış ve sıcaklık bitkilerin gelişmesini etkileyen en büyük faktörlerdendir. Kara mürverin ise farklı toprak ve iklim özelliklerine büyük bir uyum gösterdiği belirtilmiştir (Mladin ve Mladin, 1992; Costică ve ark., 2019). Ama bazı mürver türlerinin (Amerikan mürver gibi) değişen çevresel koşullarından yüksek oranda etkilendiği de gözlemlenmiştir (Thomas ve ark., 2013; Thomas ve ark., 2015; Costică ve ark., 2019).

Kara mürver ailesi ılıman ve subtropikal bölgeler de yaygın bir dağılım gösterirken, bu aileden bazı türlerin (*S. javanica* gibi) ise tropik bölgelerde de yetiştiği belirtilmiştir (Bolli, 1994; Mikulic-Petkovsek ve ark., 2015). Kara mürver güneşli, nemli ve zengin toprakları sevdiği ama toprak açısından çokta seçici olmadığı bildirilmiştir (Alpınar, 2015). Genellikle açık alanlarda ve orman kenarlarında yetişmektedir (Dündar, 2009). Ayrıca minerallerce fakir ve humuslu topraklarda, kara mürver meyve veriminin azaldığı bildirilmiştir (Wasbinska ve ark., 2007; Costică ve ark., 2019). İlkbahar mevsiminde ekilmek üzere kara mürver tohumları veya sürgünleri ile yetiştirildiği ve çimlenme süresinin 4 ile 6 ayda değiştiği belirtilmiştir (Alpınar, 2015). Kara mürver tohumlar 7.2 °C' nin altında çimlenme belirtileri göstermezken (Lennon ve Turner, 1995), çimlenmesi için optimum sıcaklığın 15 °C olması gerektiği bildirilmiştir (Atkinson ve Atkinson, 2002; Młynarczyk ve ark., 2018). Mayıs ila Temmuz ayları arasında beyaz-krem renkli çiçekleri açarken (Alpınar, 2015), Ağustos ve Eylül aylarında ise siyah-mor renkte meyvelerinin olgunlaştığı görülmüştür (Pârvu, 2006; Muntean ve ark., 2007; Costică ve ark., 2019). Kara mürver bitkisi tek sıra halinde ve her bitkinin arasında 1.5 ile 2.5 metre olacak şekilde ekilmesi gerektiği belirtilmiştir (Kaack, 1984; Młynarczyk ve ark., 2018). Şekil 2.6'da kara mürver bitkisinin ekim yöntemini gösteren görsel verilmiştir. Yetiştirme durumu ve alanı, ekimler arası mesafe gibi etkenler tam verimi etkileyen faktörlerdendir (Młynarczyk ve ark., 2018). Tam verimin ise 3 ile 4 yıl gibi bir zaman aldığı ve mekanik hasat için uygun olmadığı bildirilmiştir (Charlebois ve ark., 2010; Młynarczyk ve ark., 2018). Ancak bazı ülkelerde ise kara mürver bitkisi için tasarlanmış makineler olup mahsullerin toplanmasını yani mekanik hasadın gerçekleştirilmesini sağlamaktadır (McKay, 2001; Młynarczyk ve ark., 2018). Kara mürver, kuraklığa karşı dayanıklı olmadığı ve meyvesinin optimum büyümesi için haftada 20 ile 30 mL su gerektiği bildirilmiştir (Byers ve ark., 2014).



Şekil 2.6. Mürver bitkisinin ekimi (Byers ve ark., 2014)

Kara mürver çiçeklerinin hasadı, tüm çiçekler açtığı zaman olarak belirtilmiştir. Meyvelerinin hasadı ise tüm meyvelerinin renkleştiği zaman yani genellikle Ağustos ve Eylül

ayı başında gerçekleşmektedir. Hasat sonrası meyvelerinin 0 °C'de bekletilmesi gerektiği bildirilmiştir (Byers ve ark., 2014).

Alman Federal İstatistik Ofisine göre 2013 yılında, 1576 ton; 2015 yılında ise 1759 ton kara mürver meyve hasadının gerçekleştiğini bildirmiştir (Młynarczyk ve ark., 2018). Avusturalya' da ise 2013 ve 2015 yılları arasında 7.3 ile 10.1 bin ton kara mürver meyve hasadının olduğu belirtilmiştir (Młynarczyk ve ark., 2018).

## 2.2. Kara Mürverin Besin İçeriği

Kara mürverin (*Sambucus nigra* L.), M.Ö. 5. yy'dan günümüze kadar gelen uzun bir geçmişi vardır. Hipokrat, Dioscoridis ve Pliny gibi antik şifacılar tarafından kara mürverin ilaç olarak kullanımlarıyla bu geçmişi kanıtlanmıştır (Mumcuoğlu, 1998; Ağalar, 2019). Avrupa'da ise halen ilaç ve gıda olarak kullanımları mevcuttur. Bu bitkinin tüm organları, çeşitli hastalıklara karşı tedavici edici etkisi nedeniyle geleneksel olarak kullanımı yaygındır (Ağalar, 2019). Kara mürverin kimyasal bileşimi; karbonhidratlar, proteinler, lipitler, vitaminler, organik asitler, amino asitler ve fenolik bileşikler (fenolik asit ve antosiyaninler) olarak belirtilmiştir (Pârvu, 2006; Muntean ve ark., 2007; Veberic ve ark., 2009; Costică ve ark., 2019). Çizelge 2.1'de USDA (Amerikan Ulusal Gıda Kompozisyonu Veri Tabanı)'ya göre kara mürver ve bazı üzüksü meyvelerinin 100 gram çiğ yenilebilir porsiyondaki besin içerikleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir (USDA, 2018).

Çizelge 2.1. Kara mürver ve bazı üzüksü meyvelerin besin içeriği (USDA, 2018)

Meyve	Su (%)	Enerji (kcal)	Protein (g)	Lipit (g)	Karbonhidrat (g)	Toplam Diyet Lif (g)
Kara Mürver	79.80	73	0.66	0.50	18.40	7.00
Üzüm	80.54	69	0.72	0.16	18.10	0.90
Böğürtlen	88.15	43	1.39	0.49	9.61	5.30
Çilek	90.95	32	0.67	0.30	7.68	2.00
Kızılcık	87.32	46	0.46	0.13	11.97	3.60
Yaban Mersini	84.21	57	0.74	0.33	14.49	2.40

Çizelge 2.1'de kara mürverin diğer meyvelere göre yağ, karbonhidrat ve diyet lif içeriğinin yüksek olduğu görülmüştür. Diyet lifi, sağlıklı beslenme modellerinin içerisinde önemi giderek artmaktadır. Özellikle günümüzdeki bazı hastalıkların (diyabet, obezite, kanser türleri ve kardiyovasküler rahatsızlıklar) oluşumunu önlemede büyük bir rolü vardır (Dülger ve Şahan, 2011). Diyet lifli gıdaların, atıkları vücuttan daha kolay attığı ve sindirim sisteminin

daha hızlı bir şekilde çalışmasına yardımcı olarak zararlı bileşenlerin, gastrointestinal sistem ile arasındaki teması azalttığı bildirilmiştir (Vulic ve ark., 2008).

Vulic ve ark. (2008), kara mürver meyvesinin şeker içeriğini, toplam, indirgen ve sakkaroz olarak sırasıyla; % 8.88, % 8.55, % 0.33 olduğunu belirtirken; Galic ve ark. (2009) ise yine sırasıyla % 6.16, % 6.12 ve % 0.04 olarak belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada ise kara mürver meyvelerinin taze ağırlıkları olarak glikozun 42.62 g/kg, früktozun 43.96 g/kg, sakkaroz içeriğinin ise 1.04 g/kg olduğunu bildirilmiştir (Veberic ve ark., 2009). Böylece kara mürver meyvesinin indirgen kısmını glikoz, fruktoz şekerlerinin oluşturduğunu ve toplam şeker miktarının ise büyük bir kısmını indirgen şekerin hakim olduğu görülmüştür.

Vulic ve ark. (2008), yaptıkları araştırma da kara mürver meyvelerinin, yüksek miktarda (2.84 g/100 mL) protein içerdiğini ve yedi temel amino asit bulundurduğunu bildirmişlerdir. Başka çalışmada ise kara mürverin çiçek, yaprak ve ekstraktlarından dokuzu esansiyel olan toplam 16 amino asit olduğu tespit edilmiştir (Kaack ve ark., 2006; Charlebois ve ark., 2010). Toplam esansiyel amino asit içeriğinin çiçeklerde % 8.9; ekstraktlarında % 10.03 ve yapraklarında ise % 11.49 olduğu belirtilmiştir (Kislichenko ve Vel'ma, 2006). Çizelge 2.2'de kara mürver bitkisinin içerdiği amino asit miktarının, farklı kaynaklarda karşılaştırılması verilmiştir.

**Çizelge 2.2.** Kara mürverin amino asit içeriği

	Künsch ve Temperli (1978)	Kislichenko ve Vel'ma (2006)		Vulic ve ark. (2008)	
	Meyve (mg/g)	Çiçek (%)	Meyve (%)	Yaprak (%)	Ekstrakt (%)
Lisin	242	1.082	0.091	1.298	1.291
Alanin	-	3.048	0.238	4.290	3.794
Treonin	243	1.071	0.071	1.378	1.226
Glisin	-	1.318	0.073	1.794	1.593
Valin	321	1.102	0.165	1.522	1.202
Serin	-	1.325	0.174	1.707	1.410
Prolin	-	1.239	0.092	1.993	1.629
İzolösin	253	1.188	0.085	1.727	1.540
Lösin	626	1.124	0.205	1.294	1.039
Metiyonin	126	0.614	0.025	0.803	0.703
Histidin	-	0.624	0.062	0.740	0.694
Fenilalanin	412	1.165	0.123	1.254	1.108
Glutamik Asit	-	3.594	0.311	4.372	3.914
Aspartik Asit	-	2.447	0.303	2.730	2.633
Sistein	130	-	0.008	-	-
Tirozin	533	1.028	0.198	0.876	0.799

Kara mürverin toplam esansiyel amino asit içeriği ile yüksek derece de biyolojik değere sahip olduğu ve ayrıca iyi bir protein kaynağı olarak görüldüğü bildirilmiştir. Bu sebeple çeşitli gıda ürünlerinde ve diyet ürünlerinde değerli bir hammadde olarak görülmüştür (Künsch ve Temperli, 1978).

Kara mürver bitkisinin meyve ve çekirdeklerinin yağ asidi kompozisyonu Çizelge 2.3'de verilmiştir.

**Çizelge 2.3.** Kara mürver bitkisinin meyve ve çekirdeklerinin yağ asidi içeriği

Yağ Asitleri	Dulf ve ark.	Fazio ve ark.	Dominguez ve ark.
	(2013)	(2013)	(2020)
	Çekirdek (%)	Çekirdek (g 100/g)	Meyve (g 100/g)
C12:0	0.01	-	0.03
C14:0	0.09	0.04	0.15
C15:0	0.02	-	0.03
C16:0	7.93	4.07	6.59
C16:1n-7	0.08	0.05	0.10
C17:0	0.04	-	0.08
C17:1n-7	-	-	0.04
C18:0	2.29	0.64	1.96
C18:1n-9	12.84	-	11.96
C18:1n-7	0.94	-	0.73
C18:2n-6	34.28	11.73	39.47
C18:3n-3	40.76	9.81	38.07
C20:0	0.15	0.03	0.25
C20:1n-9	0.14	0.04	0.14
C20:2n-6	0.07	-	0.07
C20:3n-3	0.04	-	0.05
C22:0	0.08	0.03	0.15
C24:0	-	-	0.12
SFA	10.64	4.81	9.35
MUFA	14.21	4.21	12.96
PUFA	75.15	21.54	77.69
n-6	-	-	39.54
n-3	-	-	38.12

Kara mürver meyvesinin (taze) yağ miktarı % 0.35 olarak belirtilirken, esansiyel yağ asit içeriğinin yüksek olduğunu ve bu içeriğin ise linoleik (39.47 g/100 g) ve  $\alpha$ -linolenik (38.07 g/100 g) yağ asitlerinin oluşturduğu bildirilmiştir. Ayrıca toplam yağ asitlerinin % 78'ini çoklu doymamış yağ asitleri oluşturmaktadır. Çoklu doymamış yağ asitlerinden olan omega-6 (39.54 g/100 g) ve omega-3 (38.12 g/100 g) içeriği ile yağ asitlerince kara mürverin, zengin bir kaynak olduğu görülmüştür (Dominguez ve ark., 2020). Kara mürverin 1:1 oranında omega-3 ile omega-6 içermesine bağlı olarak yüksek seviyelerde  $\alpha$ -linolenik asit içeriği ile insan beslenmesinde temel bir PUFA (çoklu doymamış yağ asidi) kaynağı olarak görülmektedir.

Mineral maddeler, organik ve inorganik asit tuzları ya da organik kombinasyonlar şeklinde karmaşık halde bulunabilirler (Vulic ve ark., 2008). Kara mürver meyvesinde potasyum, magnezyum, kalsiyum, fosfor, demir, sodyum, manganez, bakır ve çinko gibi mineral maddeleri içerdiği belirtilmiştir (Vulic ve ark., Divis ve ark., 2015). Kara mürverin mineral madde içeriği Çizelge 2.4’de verilmiştir.

**Çizelge 2.4.** Kara mürverin mineral madde içeriği (Vulic ve ark., 2008)

Mineral Madde	Miktar (mg/ 100g)
P	54.00
K	391.33
Na	2.17
Ca	28.06
Fe	1.86
Mn	0.27
Mg	25.99
Zn	0.36
Cu	0.14

Kara mürver meyvesinin iyi bir mineral kaynağı olmasının yanı sıra beslenmede ana ve eser elementleri sağlayabileceği belirtilmiştir. Kara mürver meyvesi (100 g) ile günlük tavsiye edilen mineral madde (potasyum, sodyum, kalsiyum, fosfor, magnezyum, demir, manganez, bakır, çinko) tüketim miktarının % 0.2 ile % 30’unu karşıladığı bildirilmiştir. Kara mürver meyve bileşimi hasat yılı ve bölgesine göre değişmektedir (Divis ve ark., 2015). 5 farklı bölgede yetişen kara mürver meyvesinin kuru madde içeriği % 16.06 ile % 28.48 arasında; organik madde içeriklerinin % 8.76 ile % 21.68 arasında; toplam mineral madde içeriklerinin ise % 5.93 ile % 9.19 arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Costica ve ark., 2019).

Kara mürver meyvesinin zengin mineral madde içeriğinin yanı sıra A, B<sub>6</sub> (piridoksin) ve C vitaminleri açısından da zengin olduğu belirtilmiştir. Taze kara mürver meyvesi ile günlük alınması gereken A ve C vitamin miktarının % 60’ını karşıladığı; B<sub>6</sub> vitaminin ise % 12’sini karşıladığı bildirilmiştir. Kara mürver de vitamin A 660 IU; vitamin B<sub>6</sub> 0.230 mg; vitamin C ise 36 mg içerdiği belirtilmiştir (Charlebois ve ark., 2010).

Kara mürver meyvesinden elde edilen meyve sularının birçok primer metabolit içerdiği ve bu metabolitlere çeşitli organik asitlerinde dâhil olduğu bildirilmiştir. Kara mürverde en çok bulunan asidin sitrik asit ve devamında malik asit, shikimik asit, fumarik asidin takip ettiği belirtilmiştir (Veberic ve ark., 2009). Kara mürverin (4.81 g/kg FW), vişne (0.14 g/kg FW), elma (0.52 g/kg FW) ve kiraz (0.54 g/kg FW) gibi meyveler ile karşılaştırılmasında ise yüksek sitrik asit içeriğine sahip olduğu ve organik asitlerce zengin bir

meyve olduğu rapor edilmiştir (Veberic ve ark., 2009). Çizelge 2.5'te kara mürver meyvesinin içerdiği organik asit kompozisyonu verilmiştir.

**Çizelge 2.5.** Kara mürver meyvesinin organik asit içeriği

Organik Asitler	Veberic ve ark. (2009)	Mikulic-Petkovsek ve ark.(2012)	Thomas ve ark. (2015)
	Miktar (g/kg)	Miktar (g/kg)	Miktar (mg/g)
Sitrik Asit	3.50	9.40	3.14
Malik Asit	1.10	1.67	3.24
Shikimik Asit	0.33	0.08	0.08
Fumarik Asit	0.17	0.07	0.02
Tartarik Asit	-	0.44	1.77
Süksinik Asit	-	-	2.99

Kara mürver suyunda yapılan bir araştırmada şeker, pH ve organik asit gibi bazı parametrelerin mikroorganizmalar için ölümcül bir ortam oluşturduğu bildirilmiştir (Cirlini ve ark., 2019).

Fenolik bileşikler insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri ile tanınmaktadır (Senica ve ark., 2016a). Diyetlerimizin mikro besin öğesi olarak bilinen fenolik bileşiklerin antialerjenik, anti-inflamatuar, antiaterogenik, antimikrobiyal, antitrombotik, kardiyoprotektif, vasodilatuar ajan ve dejeratif rahatsızlıkları önleme gibi koruyucu etkileri vardır (Cemeroğlu, 2018). Kara mürverin de iyileştirici, tedavi edici özelliği içerdiği fenolik bileşikler varlığından kaynaklandığı bildirilmiştir (Dominguez ve ark., 2020). Bu yüzden biyoaktif polifenolik bileşikler açısından değerli bir bitkidir (Pliszka, 2017). Kara mürver meyvesinde bulunan fenolik bileşikler hidrosinamik asitler, antosiyaninler, flavanoller ve flavonol glikozitlerdir. Ayrıca yapılan çalışmalarla kara mürver türleri ve melezlerinden 54 adet fenolik bileşik tespit edilmiştir (Lee ve Finn, 2007; Kaack ve ark., 2008; Duymuş ve ark., 2014; Mikulic ve ark., 2015). Çizelge 2.6'da kara mürverde bulunan fenolik bileşiklerin miktarları verilmiştir.

Dominguez ve ark. (2020), yaptıkları araştırma da kara mürver meyvesinde en çok bulunan fenolik bileşiğin flavonoidler olduğunu ve flavonoidleri de rutin (813.08 µg/100 g) ve kuersetin (228.83 µg/100 g) bileşiklerinin oluşturduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca kara mürver özlerinde fenolik asitlerden gallik asit, gentisik asit ve eser miktarlarda vanillik asit, ferulik asit, kumarik asit, 4-hidroksibenzoik asit tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Fazio ve ark. (2012), çalışmasında kara mürver tohumlarında 54.2 mg GAE/g toplam fenolik bileşik (cyanidin-3-sambubioside-5-glucoside, pelargonidin-3-rutinoside, quercetin-3-rutinoside, quercetin-3- glucoside) tespit etmişlerdir.

Fenolik asitlerin, bakteri ve bazı mayalara karşı antifungal ve antibakteriyel etkilerinin olduğu belirtilmiştir (Sieniawska ve ark., 2013; Antolak ve ark., 2017). Flavonoidlerinde antioksidan, antibakteriyel, antiviral ve antialerjenik özelliklerinin olduğu birçok araştırma ile belgelenmiştir (Schmitzer ve ark., 2012). Ayrıca yapılan bir araştırma da flavonoidlerin diğer antibakteriyel ajanlar ile sinerjik etki oluşturulduğu bildirilmiştir (Cushnie ve Lamb, 2005; Antolak ve ark., 2017).

**Çizelge 2.6.** Kara mürver meyvesinde bulunan fenolik bileşikler

<b>Fenolik Bileşikler</b>	<b>Lee ve ark. (2007)</b>	<b>Mikulic-Petkovsek ve ark. (2015)</b>	<b>Dominguez ve ark. (2020)</b>
	<b>Miktar (mg/100 g)</b>	<b>Miktar (mg/kg)</b>	<b>Miktar (µg/100 g)</b>
<b>Fenolik Asitler</b>			
Gallik Asit	-	-	3.45 ± 0.55
Gentisik Asit	-	-	2.16 ± 0.18
4-Hidroksibenzoik Asit	-	-	0.65 ± 0.09
Vanillik Asit	-	-	0.92 ± 0.07
Kumarik Asit	-	-	0.97 ± 0.07
Ferulik Asit	-	-	0.47 ± 0.02
Kafeik Asit	-	-	-
<b>Flavonol</b>		375.5±35.0	-
Quercetin Hexoside Pentoside 1	-	3.36±0.58	-
Quercetin Hexoside Pentoside 2	1.1-1.2	-	-
Kaempferol 3-O-Rutinoside	0.7-2.2	4.2±0.61	-
Isorhamnetin 3- Rutinoside	-	2.03±0.23	-
Quercetin Acetylhexoside 1	-	4.66±0.37	-
Quercetin Acetylhexoside 2	-	-	-
Quercetin 3-Rutinoside	-	-	813.08 ± 22.26
Kuersetin	-	-	228.83 ± 20.00
Quercetin 3-O-Glucoside	42.6-95.6	43.52±5.40	-
Quercetin 3-O-Rutinoside	-	313.30±27.97	-
<b>Flavanon</b>	-	12.2±1.1	-
Naringenin Hexoside 1	-	-	-
Naringenin Hexoside 2	-	-	-
<b>Sinamik Asit</b>	0.9-4.4	380.8±43.7	-
3-O-Caffeoylquinic Asit	1.9-2.5	88.41±7.98	-
4-O-Caffeoylquinic Asit 1	34.7-35.9	28.68±1.14	-
5-O-Caffeoylquinic Asit 1	-	153.80±18.91	-
5-O-Caffeoylquinic Asit 2	-	40.13±4.44	-
3-Feruloylquinic Asit	-	18.78±0.92	-
<i>p</i> -Coumaric Acid Hexoside	-	32.22±2.05	-
3- <i>p</i> -Coumaroylquinic Asit	-	11.94 ±0.71	-
4- <i>p</i> -Coumaroylquinic Asit 1	-	10.20±1.06	-
4- <i>p</i> -Coumaroylquinic Asit 2	-	-	-
Dicaffeoylquinic Asit 1	-	3.43±0.47	-
Dicaffeoylquinic Asit 2	-	2.29±0.22	-
<b>Flavanol</b>	-	59.7±5.4	-
Procyanidin Dimer 1	5.2-14.9	-	-

Senica ve ark. (2016a), kara mürver ürünleri kapsayan bir çalışmalarında kara mürver ile hazırlanan çay, likör ve meyve suyunun fenolik bileşik içeriklerini incelemişlerdir. Ürünlerde ilk analiz edilen bileşiklerin antosiyanin olduğu ve onu da flavonollerin takip

ettiğini bildirmişlerdir. Flavonollerin, tüm fenolik bileşiklerin % 12'sini oluşturduğunu, ana bileşiğin kuersetin-3-*O*-rutinosit olup, miktarında 2 ile 38 mg/kg arasında olduğu belirtilmiştir. En yüksek miktar kara mürver liköründe olup 38 mg/kg, kara mürver çayında 27.3 mg/kg ve kara mürver meyve suyunda 2 mg/kg tespit edilmiştir. Kara ümrver ürünlerinde ikinci en yüksek flavonol ise kuersetin-3-*O*-glikozit (0.17-5.1 mg/kg) bileşiği olduğu bildirilmiştir. Diğer bileşiklerin miktarı Çizelge 2.7'de verilmiştir. Kara mürver ürünlerinde yapılan ısıl işlemin bazı kimyasal değişiklikler meydana getirmesi ile fenolik bileşiklerin bileşimini etkileyip değiştirdiği de belirtilmiştir (Zoric ve ark., 2014; Senica ve ark., 2016a).

**Çizelge 2.7.** Kara mürverden yapılan ürünlerin fenolik bileşik içerikleri (Senica ve ark., 2016a)

Fenolik Bileşikler	Meyve Suyu	Likör	Çay
Chlorogenic acid	0.63	4.80	7.00
Neochlorogenic acid	6.80	12.20	4.60
<i>p</i> -Coumaric acid	6.66	1.57	-
3- <i>p</i> -Coumaoylquinic acid	0.16	6.30	-
4- <i>p</i> -Coumaoylquinic acid	0.35	0.49	-
5- <i>p</i> -Coumaoylquinic acid	0.09	0.13	2.10
4-Caffeoylquinic acid	1.20	0.27	1.10
Dicaffeoylquinic acid 1	0.10	0.25	-
Dicaffeoylquinic acid 2	0.11	0.73	1.70
Dicaffeoylquinic acid 3	-	0.53	1.20
Quercetin-3- <i>O</i> -glucoside	0.17	5.10	3.70
Quercetin-3- <i>O</i> -rutinoside	2.20	38.0	27.30
Quercetin-acetylglucoside	0.05	0.19	-
Quercetin-hexoside pentoside 1	0.12	0.98	0.62
Quercetin-hexoside pentoside 2	0.12	1.25	-
Kaempferol-3-rutinoside	0.10	3.80	1.30
Isorhamnetin-3-rutinoside	-	1.00	-
Cyanidin-3- <i>O</i> -glucoside	42.0	88.30	5.30
Cyanidin-3- <i>O</i> -rutinoside	4.80	10.20	1.20
Cyanidin-3- <i>O</i> -sambubioside	47.8	100.40	21.00
Cyanidin-3,5- <i>O</i> -diglucoside	0.10	1.10	0.86
Cyanidin-3-sambubiosyl-5-glucoside	3.50	34.40	28.70

İlaç ve gıda sektörlerinde doğal antioksidan kaynaklarına karşı bir eğilim vardır. Birçok sebze ve meyvelerin içerisinde kara mürver (*Sambucus nigra* L.), içerdiği fenolik bileşikler sayesinde yüksek antioksidan kapasitesine sahiptir (Bermudez-Soto ve Tomas-Barberan, 2004; Wu ve ark., 2004; Seabra ve ark., 2008). Bu özelliği de kara mürverde baskın bir fenolik bileşik olan antosiyaninden gelmektedir. Literatürde de kara mürverin polifenol grubunun büyük bir kısmını antosiyanin ve antosiyanidinlerin oluşturduğu belirtilmiştir (Dominguez ve ark., 2020). Antosiyaninlerin, antioksidan kapasiteleri birçok hastalıklarla da ilişkilendirilmektedir. Viral enfeksiyonlar, kardiyovasküler rahatsızlıklar (Zafra-Stone ve ark., 2007), artrit, astım (Kilham, 2000; Kilham, 2001) ve ayrıca kansere karşı koruma özelliği

(Jing ve ark., 2008; Schwarz ve ark., 2003) ile insan sağlığı üzerinde olumlu bir etkisi vardır (Mikulic-Petkovsek ve ark., 2014).

Antosiyaninler, meyvelere turuncu, pembe, kırmızı, mor, mavi gibi renk tonlarını vermektedir (Mikulic-Petkovsek ve ark., 2014; Mikulic-Petkovsek ve ark., 2015). Kara mürver de ise cyanidin-3-glucoside ve cyanidin-3-sambubioside bileşikleri kendine has rengini veren ve doğal pigment sektöründe önemli bir yeri olan ana antosiyaninlerdir. Diğer antosiyaninlerinde (cyanidin-3-sambubioside-5-glucoside, cyanidin-3,5-diglucoside, cyanidin-3-rutinoside) küçük konsantrasyonlarda olduğu belirtilmiştir (Schmitzer ve ark., 2012).

Veberic ve ark. (2009), çalışmalarında kara mürverin içerdiği antosiyaninler; cyanidin-3-sambubioside-5-glucoside, cyanidin-3,5-diglucoside, cyanidin-3-sambubioside, cyanidin-3-rutinoside ve cyanidin-3-glucoside olarak bildirilmiştir. Literatürde kara mürverin ana antosiyaninlerinin cyanidin-3-glucoside ve cyanidin-3-sambubioside olduğu birçok araştırmacı tarafından tespit edilmiştir (Inami ve ark., 1996; Wu ve ark., 2004; Kaack ve ark., 2008; Veberic ve ark., 2009). Dominguez ve ark. (2020), kara mürver de temel olan antosiyaninin (cyanidin-3-glucoside) 400 ila 800 mg/100 g arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Bir başka çalışmada da kara mürverin 5 farklı çeşitinde (Haschberg, Selection 13, Selection 14, Selection 25 ve Rubini) antosiyaninlerin miktarları araştırılmıştır. Bu çeşitlerin cyanidin-3-sambubioside-5-glikozit, 19.52 ile 53.49 mg/100 g; cyanidin-3,5-diglucoside, 7.41 ile 23.29 mg/100 g; cyanidin-3-sambubioside, 270.8 ile 630.8 mg/100 g; cyanidin-3-glucoside, 221.4 ile 586.4 mg/100 g; cyanidin-3-rutinoside, 1.49 ile 9.63 mg/100 g arasında değiştiği tespit edilmiştir (Veberic ve ark., 2009). Çizelge 2.8'de kara mürverin antosiyanin içerikleri verilmiştir.

**Çizelge 2.8.** Kara mürverde bulunan antosiyaninler ve miktarları (Veberic ve ark., 2009)

<b>Antosiyaninler</b>	Cyanidin-3-sambubioside-5-glucoside	Cyanidin-3,5-diglucoside	Cyanidin-3-sambubioside	Cyanidin-3-glucoside	Cyanidin-3-rutinoside
<b>Miktar (mg/100 g)</b>	30.77	14.34	438.80	376.20	3.77

Ayrıca en yüksek antosiyanin içeriğine sahip olan Haschberg çeşitinin işlemeye en uygun çeşit olduğu belirtilmiştir (Veberic ve ark., 2009). Yüksek antosiyanin içeriğine sahip olan Haschberg mürver çeşidinin iki farklı kaynak üzerinden karşılaştırılması Çizelge 2.9'da verilmiştir.

**Çizelge 2.9.** Haschberg mürver çeşidinin antosiyanin karşılaştırması (mg/100 g)

<b>Antosiyaninler</b>	<b>Lee ve ark. (2007)</b>	<b>Veberic ve ark. (2009)</b>
Cyanidin-3-sambubioside-5-glucoside	32.20	33.29
Cyanidin-3,5-diglucoside	8.20	9.47
Cyanidin-3-sambubioside	143.00	352.70
Cyanidin-3- glicoside	204.60	331.70
Cyanidin-3-rutinoside	*	9.63

\*: iz miktarda

Kara mürverin siyah incir (95 mg/100 g) ve kiraz (100 ile 120 mg/100 g) meyveleri ile karşılaştırıldığında daha yüksek bir antosiyanin içeriğine sahip olduğu görülmüştür (Del Caro ve Piga, 2008; Usenik ve ark., 2008; Veberic ve ark., 2009).

Senica ve ark. (2016a), kara mürver ürünlerinde yaptıkları çalışmalarında ürünlerin antosiyanin içerikleri ve miktarları Çizelge 2.7’de belirtilmiştir. Kara mürver meyvesinden preslenerek hazırlanan meyve sularının cyanidin-3,5-diglucoside 24.9 mg/100 ml; cyanidin-3-sambubioside-5-glucoside 81.7 mg/100 ml; cyanidin-3-glucoside 331 mg/100 ml; cyanidin-3-sambubioside ise 379 mg/100 ml olarak tespit edilmiştir (Kaack ve ark., 2008; Schmitzer ve ark., 2012).

Kara mürver bitkisi, faydalı bileşik içeriğinin yanı sıra toksik bileşikler olarak da bilinen siyanojenik glikozitler içermektedir (Senica ve ark., 2016b). Bu toksik bileşikler özellikle yapraklarında, tohumlarında ve olgunlaşmamış meyvelerinde biriktiği belirtilmiştir (Skidmore-Roth, 2005; Senica ve ark., 2016b).

Bitkilerde siyanojenik glikozitler (CNG), azot metabolizmasının sekonder bitki metabolitlerinden (aglikon) ve şeker parçalarından oluşan doğal moleküllerdir (Mazza ve ark., 2008; Bolarinwa ve ark., 2015; Appenteng ve ark., 2021). Siyanojenik glikozitler bitkilerin vakuollerinde depolandığı ve bitkinin dokusunda herhangi bir bozulmada (hayvan saldırısı, ezilme, çığneme, kuraklık, donma gibi) hidrolize olup toksik olan hidrojen siyanüre (HCN) dönüştüğü bildirilmiştir (Vetter, 2000; Zagrobelny ve ark., 2004).

Panter (2018), siyanojenik glikozitlerin bir glikozit olduğunu, hayvanlar ve bitkiler için nispeten toksik bir bileşik olmadığını sadece serbest kalan hidrojen siyanürün enzimatik bir reaksiyon ile glikozitlerinden ayrıldığı zaman toksik bir bileşik haline geldiğini belirtmiştir. Ayrıca bitkinin strese girmesi veya zarar görmesi halinde enzimlerin, glikozitler ile temasa geçerek hidrojen siyanürü arttırdığı bildirilmiştir (Wattenbarger ve ark., 1968; Burrows ve Tyrl, 2013; Panter, 2018).

Kara mürver bitkisinin genel olarak içerdiği siyanojenik glikozitler; sambunigrin, prunasin, m-hidroksisübsitü olarak tespit edilmiştir. Kara mürverin Danimarka türlerinde, holokalin ve zierin; İtalya türlerinde ise asetil türevleri ve 2S-β-Δ-apio-Δ- furanosyl- β-Δ-glucopyranosylmandelonitrile olan yeni bir glikozit keşfedilmiştir (Rodrigues ve ark., 2018).

Senica ve ark. (2016b), farklı rakımlarda yetiştirilen kara mürver bitkisinin içerdiği siyanojenik glikozit miktarları üzerine yaptıkları araştırmalarında, kara mürverin yaprak, çiçek ve meyvelerini incelenmişlerdir. Genel olarak kara mürver bitki organlarında rakım arttıkça siyanojenik glikozit (sambunigrin) miktarının arttığı görülmüştür. Ayrıca kara mürver yapraklarının diğer bölümlere (çiçek ve meyve) göre siyanojenik glikozit miktarının daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Kara mürver yapraklarının en düşük rakımdan (210 m) en yüksek rakıma (1048 m) doğru % 27 ile % 63 sambunigrin miktarının daha fazla ölçüldüğü ve siyanojenik içeriğinin 3 kat fazla olduğu belirtilmiştir. Kara mürver çiçeklerinin de yapraklara göre 4 kat daha az seviyelerde sambunigrin içerdiği bildirilmiştir. Kara mürver meyvesinin de rakım arttıkça sambunigrin içeriğinin arttığı ve başka bir araştırmada bunun nedeninin yüksek ışık yoğunluğu altında siyanojenik glikozitlerin artış göstermesi ile alakalı olduğu belirtilmiştir (Lidroth ve ark., 2000; Niedzwiedz-Siegen ve Gierasimiuka, 2001; Senica ve ark., 2016b). Siyanojenik glikozit miktarlarının farklı olması aslında bitkinin bulunduğu çevre koşullarına kendini adapte etmesi ile alakalı olduğu da bildirilmiştir. Yani düşük rakımlarda toplanan kara mürver meyve ve çiçeklerinin insan tüketimine daha uygun olduğu öngörülmüştür (Senica ve ark., 2016b). Çizelge 2.10'da farklı kara mürver türlerindeki siyanojenik glikozitler kompozisyonu verilmiştir.

**Çizelge 2.10.** Farklı mürver türlerinin siyanojenik glikozit miktarlarının (µg/g) karşılaştırılması (Senica ve ark., 2019)

Siyanojenik Glikozitler	<i>Sambucus nigra</i>			<i>Sambucus ebulus</i>			<i>Sambucus racemosa</i>		
	Yaprak	Çiçek	Meyve	Yaprak	Çiçek	Meyve	Yaprak	Çiçek	Meyve
Amigdalın	0.19	22.82	4.91	5.88	40.97	18.95	0.36	2.68	0.68
Prünasin	26.27	12.13	27.48	2.40	16.84	6.78	0.37	1.13	0.92
Sambunigrin	1006.75	379.29	22.49	0.48	0.38	0.62	0.32	0.64	1.52

Yapılan araştırmalar da siyanojenik glikozit içeren bitkilerin tüketimi ile halsizlik, mide bulantısı, baş ağrısı, karın ağrısı, ishal ve anksiyete rahatsızlıklarının olduğu belirtilmiştir. Ayrıca tüketim dozuna bağlı olarak sub-akut zehirlenmelerin de olabileceği bildirilmiştir (Appenteng ve ark., 2021).

Kara mürverde büyük bir önem teşkil eden diğer bileşenler de, ribozom inaktive eden proteinler (RIP) ve lektinlerdir. Ribozom inaktive eden proteinler, ribozomun protein sentezini inhibe eden ve hücrenin ribozomal RNA'sında N-glikosidaz enzim aktivitesi gösteren bir bileşendir (Girbes ve ark., 2004; Stirpe, 2004; Ng ve ark., 2010; Tejero ve ark., 2015). Ayrıca RIP'ler zararlıların ribozomlarını inaktif ederek bitkileri virüslere, mantarlara, böceklerle ve hayvanlara karşı korunmasını sağlamaktadır (Barbieri ve ark., 1993; Girbes ve ark., 1996; Corrado ve ark., 2005). Kara mürverdeki RIP'ler polinükleotidler ve DNA üzerinde de etkileri vardır (Barbieri ve ark., 2004; Iglesias ve ark., 2010; Tejero ve ark., 2015). Ribozom inaktive edenler (RIP) Tip 1 RIP ve Tip 2 RIP olarak gruplandırılırlar. Tip 1 RIP'ler, N-glikosidaz aktivitesini içeren tek bir polipeptit zincirinden oluşurken; Tip 2 RIP ise bir disülfüt köprüsü ile bağlanan iki farklı polipeptit zincirinden oluştuğu belirtilmiştir (Tejero ve ark., 2015). Kara mürver meyvesinde Tip 1 RIP; Nigritinler F1, Nigritinler F2 ve Ebulitin (de Benito ve ark., 1995) iken Tip 2 RIP; tohumlarında Nigrin S (Citores ve ark., 1994), kabuklarında Nigrin (Girbes ve ark., 1993) ve temel Nigrin B (de Benito ve ark., 1997), yapraklarında Nigrin 11 ve Nnigrin 12, ham veya yeşil meyvelerinde ise Nigrin F (Citores ve ark., 1997) olarak bulunduğu bildirilmiştir (Tejero ve ark., 2015).

Lektinlerin, şeker bağlama kısımları olan ve şekerlerle geri dönüşümlü olabilecek şekilde bağlanabilen glikoproteinlerdir (Atkinson ve Atkinson, 2002). Karpova ve ark. (2013), lektinlerin düzenleyici özellikleri olan ve karbonhidratları tanıyan proteinler olduğunu belirtmişlerdir. Lektinlerin yabancı organizmaları tanıdığı ve böcek saldırılarına karşı bitkiyi koruduğu da bildirilmiştir (Karpova ve ark., 2015).

Lektin kara mürver bitkisinin tohumlarında, köklerinde gövdesinde, yaprak ve meyvesinde bulunduğu görülmüştür (Karpova ve ark., 2015). Kara mürverdeki lektinlerin, toprak bakterilerine (*Bacillus subtilis*) ve ağır metallere (nikel) karşı koruyucu etkisinin olduğu ayrıca antimitojenik özelliklerinin de olduğu bildirilmiştir (Karpova ve ark., 2013). Lektinler kara mürver bitkisinin; tohumlarında SNA-III formunda, köklerinde ve gövdesinde SNA-I ve SNA-II formunda, yapraklarında SNA-IV formunda ve meyvelerinde ise SNA-V olarak bulunduğu belirtilmiştir (Karpova ve ark., 2013). Kara mürverin yüksek lektin içeriği nedeniyle Ukrayna'da bazı hastalıklara (grip, bronşit ve romatizma gibi) karşı kullanıldığı bildirilmiştir (Karpova ve ark., 2013).

## 2.3. Kara Mürverin Sağlık Açısından Değerlendirilmesi

Kara mürver (*Sambucus nigra* L.) bitkisi, dünyada birçok ülkede geleneksel olarak grip, soğuk algınlığı gibi viral enfeksiyonların tedavisinde ve ayrıca burkulma, cilt yanıkları, şişme, kesik, deri döküntüsü, böcek sokmaları, diş ağrısı, ateş, göz ve kulak rahatsızlıkları, romatizma ve hemoroid gibi bazı rahatsızlıklarda kullanıldığı görülmektedir (Duke ve ark., 2002; Allen ve Hatfield, 2004; Barnes ve ark., 2007; Roxas ve Jurenka, 2007; Krüger ve ark., 2015; Sidor ve ark., 2015; Tejero ve ark., 2015). Kara mürverin influenza gibi rahatsızlıkların tedavisinde kullanımının eski Roma tarihine kadar uzandığı da araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Bergner, 1996). Panama ve İsraili araştırmacılar tarafında yapılan bir çalışmada kara mürverin, gripi 3 gün içerisinde sona erdirdiği ve antikor oluşumunu tetiklediği bildirilmiştir (Bergner, 1996). Ayrıca kara mürverin sadece influenza gibi rahatsızlıkların tedavisinde değil kanser, diyabet ve kardiyovasküler rahatsızlıkları önlemede de olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir (Jing ve ark., 2008; Ciocoiu ve ark., 2009; Kong, 2009; Ciocoiu ve ark., 2012; Krüger ve ark., 2015). Kara mürverin hastalıklara karşı bu potansiyeli, içerdiği antosiyanin ve diğer polifenollerle büyük bir ilişkisi olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Krüger ve ark., 2015). Kara mürver meyvesi ile yapılan birçok in-vitro ve in-vivo çalışmalarında; immünomodülatör, antikanser, antibakteriyel, antiviral, antimikrobiyal, antiinflamatuvar ve antioksidan aktivitesi gösterdiği bildirilmiştir (Engels ve Brinckmann, 2013).

### 2.3.1. Antioksidan aktivite

Kara mürver zengin bir fenolik bileşik kaynağı olup antioksidan aktivitesi de bu bileşiklere atfedilmektedir. Fenolik bileşiklerden olan antosiyanin kara mürver de baskın bir polifenolik olup antioksidan aktivitesini önemli bir ölçüde etkilediğini ve antosiyaninin artması, antioksidan aktivitesini de arttırdığı belirtilmiştir (Pliszka ve ark., 2005; Mkynarczyk ve ark., 2018). Kara mürver ve ürünlerinin, antioksidan aktivitesi in vitro çalışmaları ile doğrulanmıştır (Sidor ve ark., 2015). Dawidowicz ve ark. (2006), araştırmalarında kara mürver çiçeklerinin, yapraklarının ve meyvelerinin antioksidan aktivite gösterdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca kara mürverin E ve C vitaminlerinden daha yüksek oranda antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Thole ve ark., 2006).

Abuja ve ark. (1998), 4 µg/mL gibi düşük bir oranda antosiyanin içeren kara mürver meyvelerinin bile perosit radikallerine karşı olan etkisi, α-tokoferoksil ve α-tokoferollerden daha etkili olduğunu ve ayrıca LDL oksidasyonuna karşı da etkilerinin olduğunu

bildirmişlerdir. Bu özellikleri ile kardiyovasküler, kanser, nörodejeneratif, periferi damar hastalığı, MS ve otoimmün gibi serbest radikallerden kaynaklanan hastalıkların tedavisinde önemli bir ürün olacağını belirtmişlerdir.

Olejnik ve ark. (2016), insan kolonik hücrelerinde yaptıkları in-vitro bir çalışmada, kara mürverin antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Araştırmaları dondurularak kurutulmuş kara mürverlerden, 1 mg/ml konsantrasyonunda kara mürver özü hazırlanıp, kullanılarak, kolon hücreleri içerisinde reaktif oksijen üretiminin % 22 oranda olduğunu ve oksidatif DNA hasarını ise % 46 oranında azalttığı görülmüştür.

Başka bir çalışmada ise kara mürverde baskın fenolik bileşik olan siyanidin-3-glikozit antosiyaninin, sıçanların karaciğerdeki yağ asitlerinin üzerindeki etkileri incelenmiş ve karaciğerde tokoferol seviyelerinin azaldığı görülmüştür (Frank ve ark., 2002).

### **2.3.2. Antiviral ve antibakteriyel aktivite**

Kara mürver bitkisinin, influenza ve soğuk algınlığı gibi solunum yolu enfeksiyonların tedavisinde antibakteriyel ve antiviral aktivitesi gösterdiği araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Kong, 2009; Sidor ve ark. 2015). Roschek ve ark. (2009), H1N1 virüsünün (influenza A) MDCK (Madin-Darby köpek böbreği) hücreleri üzerinden kara mürver çiçek özlerinin antiviral aktivitesini incelemişlerdir. Kara mürverin içerdiği polifenolik bileşiklerin, H1N1 virüsüne bağlanarak MDCK hücrelerine girmesini önlediği görülmüştür. Buna benzer başka bir çalışmada ise kara mürverin konsantre suyu kullanılmış olup MDCK hücrelerinde, H1N1 virüsünün replikasyon gibi erken aşamalarında etkilediği gözlemlenmiştir (Kinoshita ve ark., 2012; Sidor ve ark., 2015). Mlynarczyk ve ark. (2018) ise kara mürver meyvesinin fenolik bileşiklerinin, H1N1 virüsüne bağlanarak konakçı hücelere bulaşabilme özelliklerini bozduğu belirtmişlerdir.

Araştırmacılar, kara mürver özünü patojenik bir tavuk koronavirüsü olan infeksiyöz bronşitis (IBV) virüsü üzerinde incelenmişlerdir. Araştırmalar sonucunda kara mürver özlerinin infeksiyöz bronşitis virüsünün zarına zarar vererek enfekte olmasını önlediği ve inhibe edici bir özellik gösterdiğini bildirilmiştir (Chen ve ark., 2014; Mlynarczyk ve ark., 2018).

Krawitz ve ark. (2011), kara mürver özlerinden hazırlanan Rubini adlı ticari ürünü influenza A ve B üzerinde etkisini incelemişlerdir. Bu ürünün influenza A ve B üzerinde antiviral, antibakteriyel etkisi olduğunu ve bu virüslerin enfekte olmasını inhibe ettiklerini bildirmişlerdir. Ayrıca bu özütün gram negatif (*Branhamella catarrhalis*) ve gram pozitif (*Streptococcus pyogenes*) bakterilerine karşı antibakteriyel etki gösterdiğini belirtmişlerdir

(Sidor ve ark., 2015). Başka bir çalışmada kara mürver yapraklarının bazı bakteri (*Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*) ve mayaların (*Debaryomyces hansenii*, *Zygosaccharomyces rouxii*, *Rhodotorula rubra*, *Candida shehata*) üzerinde inhibe edici özelliği olduğu bulunmuştur (Hussein ve ark., 2011).

### **2.3.3. Antikanser aktivite**

Kara mürverin içerdiği baskın bir polifenoliğin (siyanidin-3-O-glikozit) antikanser aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir (Marczylo ve ark., 2009). Kara mürver yaprak ve meyve özlerinin lösemi hastalığında tümörü orta halde inhibe ettiği gözlemlenmiştir (Goun ve ark., 2002; Sidor ve ark., 2015). Ayrıca Thole ve ark. (2006), kara mürver özünün antikanser aktivitesi gösterdiği ve bunlarında kara mürverin içerdiği bazı polifenoliklerden kaynakladığını bildirmişlerdir (Sidor ve ark., 2015; Thomas ve ark., 2020).

### **2.3.4. Antidepresan aktivite**

Mahmoudi ve ark. (2014), kara mürver ekstraktının antidepresan aktivitesi özelliğini test etmek için fareleri kuyruk süspansiyon (TST) ve zorunlu yüzme (FST) testine tabi tutmuşlardır. Farelerin hareketsizlik sürelerinin, kara mürver ekstraktı verilen gruplarda azaldığı ve kontrol grubuna göre farelerin aktivitelerinin arttığı görülmüştür. Ayrıca kara mürver özünün (1200 mg/kg), etkili ve güçlü bir antidepresan ilacına (imipramin 10 mg/kg) göre farelerde daha yüksek aktivite gösterdiği bildirilmiştir.

## 2.4. Gıdalara Uygulanan Kurutma Teknikleri

Gıdaların kurutulması çok eski dönemlerden beri kullanılan bir tekniktir. Kurutma, gıda ile hava arasında gerçekleşen ısı-kütle transferi işlemi olup ortamın su aktivitesi azaltılarak, gıdanın enzimatik, mikrobiyolojik ve kimyasal bozulmalara karşı dayanıklı bir hale getirmektir (Karabacak ve ark., 2015; Kaya ve ark., 2015). Kurutma işleminin amacı ise gıdanın depolama süresini arttırmak ve bozulmalara (enzimatik, mikrobiyolojik, kimyasal gibi) karşı önlem almaktır (Karabacak ve ark., 2015). Kurutma, gıdaların raf ömrünün uzatılmasında yanında üründe hacim ve ağırlığı azaltarak paketleme, depolama ve taşıma maliyetini düşürmektedir (Chauhan ve ark., 2009; Çağdaş ve ark., 2011). Gıdaların kurutulmasında doğal ve yapay kurutma teknikleri uygulanmaktadır (Cemeroğlu, 2018). Doğal kurutma tekniklerden olan güneşte kurutma halen ülkemizde kullanılmakta olup kolay, sermaye ve maliyet bakımından avantajlıdır (Karabacak ve ark., 2015; Kovacı ve ark., 2018) Güneşte kurutma, ürünlerin üstü açık şekilde kurumaya bırakılması ile hem hijyenik olmayıp hem de ürünün solunuma devam etmesi madde kayıplarına neden olabilmektedir. Buna benzer dezavantajlarından dolayı güneşte kurutmaya alternatif bir çok teknik geliştirilmiştir (Tuğrul ve ark., 2001; Karabacak ve ark., 2015; Cemeroğlu, 2018).

### 2.4.1. Konveksiyonel kurutma

Gıdaların kurutulmasında geleneksel ve en yaygın olarak kullanılan teknik, sıcak hava ile nemi uzaklaştırmaktır (Mitra ve ark., 2009; Çağdaş ve ark., 2011). Konveksiyonel kurutma sıcak hava kullanılarak uygulanan bir tekniktir. Bu teknik gıda üzerinden sıcak hava veya gaz akımının geçirilmesi prensibine dayanır (Dobooğlu ve Çınar, 2012). Konveksiyonel kurutma, ürün içerisinde bulunan nemi uzaklaştırmak için gerekli olan ısının ürüne taşınım yolu (sıcak hava) ile iletmesidir. Yani sıcak havanın ürünün içerisinden veya üzerinden geçirilmesidir (Cemeroğlu ve Acar, 1986). Sıcak hava ile kurutma tekniklerinde sürenin kısaltılması için hava sıcaklığı arttırılabilir ama bu da renkte değişikliklere ve besin değerinde kayıplara neden olabilir (Chua ve ark., 2001; Marfil ve ark., 2008; Çağdaş ve ark., 2011).

### **2.4.2. Mikrodalga kurutma**

Mikrodalga ile kurutma tekniği, geleneksel tekniklerden farklı olarak elektromanyetik bir alanda gıdayı bir bütün olarak etkilemektedir (Drouzas ve ark., 1999). Bu teknikte ısı, gıdanın sadece yüzeyinde değil içerisindeki su moleküllerine de ulaşarak nemin kısa bir sürede ısınıp uzaklaşmasına neden olmaktadır. Mikrodalga ile kurutmada nem transferi içten dışa doğru olup geleneksel tekniklerdeki ısı transferi sorunu bu teknik ile çözülmüş olmaktadır (Soysal ve ark., 2009; Karaaslan, 2012). Mikrodalga ile kurutma ürünün kalitesinde azalmayı önlerken, yüksek kaliteli ürünler üretmek için de süreden azaltarak enerjiden tasarruf sağlar (Li ve ark., 2010; Balbay ve ark., 2011; Alibaş ve Köksal, 2014). Bu tekniğinde avantajları kadar dezavantajları da bulunmakta olup, en başta maliyetinin yüksek olmasıdır. Buna ilaveten gıdada aroma kayıplarına ve fiziksel zararlara da neden olmaktadır (Karaaslan ve ark., 2012).

### **2.4.3. Vakum kurutma**

Vakum ile kurutma tekniği düşük sıcaklıklarda ve oksijensiz ortamda gerçekleştirilen bir tekniktir. Geleneksel sıcak havayla kurutma tekniklerine kıyasla yüksek kurutma hızına sahip olup ürünün uçucu bileşiklerini ve lezzetini korumaktadır (Sun ve ark., 2019). Ayrıca ortamda oksijenin olmaması gıdalarda oksidasyonun olmasını önlenmektedir (Olca, 2019). Vakumlu kurutma düşük sıcaklıklarda uygulandığı için daha az enerji kullanımı sağlarken ürün miktarında da kayıpların az olduğu belirtilmiştir (Alibaş ve Köksal, 2014).

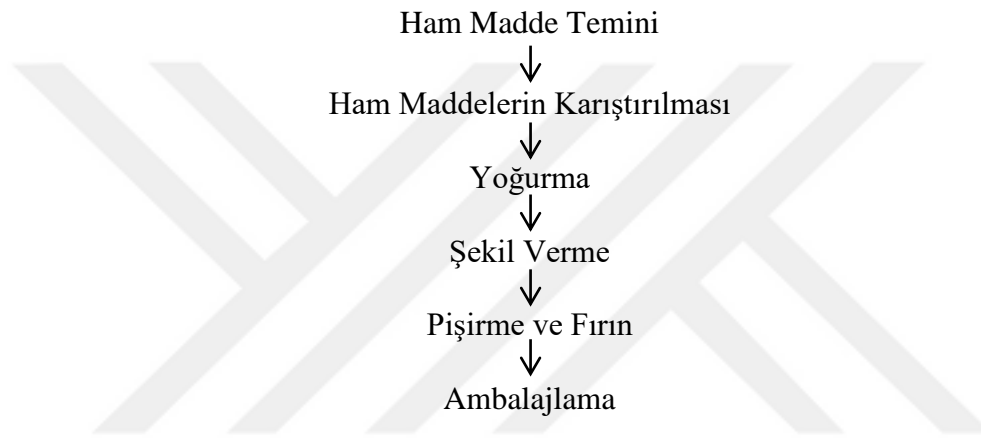
## **2.5. Bisküvi**

Bisküvi, iki kez pişirilmiş ekmek anlamına gelen ve latince ‘panis biscocetus’ kelimesinden türemiş olan unlu bir mamuldür. Araştırmacılar bisküvinin denizciler için yapıldığını ve denize taşınan sert kuru ekmek olarak tanımladıklarını bildirmişlerdir. Ayrıca bisküviyi ilk üretenden İngiliz oldukları belirtilmiştir (Manley, 2011; Arepally ve ark., 2020).

Bisküvi, tüm dünyada her yaş kesiminde severek tüketilen popüler bir unlu mamuldür. Popüler bir ürün olmasının başlıca nedenlerinden tüketime hazır olması, uygun fiyatlı ve uzun raf ömrüne sahip olmasıdır (Bölek, 2020). Bu özellikleri ile öğün dışı beslenmede önemli bir yeri vardır (Aksoylu ve ark., 2012; Bölek, 2020). Toplumun gelir düzeyi arttıkça unlu mamullerin tüketme talebi azalmakta olup bisküvide bu durum tam tersine gelir düzeyi arttıkça tüketim talebi de artmaktadır. (Özkaya ve Özkaya, 1996; Aksoylu ve ark., 2012).

TS 2383 nolu Bisküvi Standart'ına göre bisküvi; ‘‘tahıl unları içerisinde beyaz şeker, kabarmayı sağlayan madde, tuz, invert şeker, yağ, gerektiğinde glikoz, süt tozu, peynir altı suyu tozu, nişasta, yumurta gibi tüketilebilen maddeler, çeşni ve katkı maddeleri eklendikten sonra içilebilir su ile yoğurulup uygun biçimde şekil verilmesi ve pişirilmesi ile elde edilen unlu bir mamul’’ olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2010).

Bisküviyi oluşturan ana bileşenlerin un, yağ, şeker, kabartıcı ajanlar (amonyum bikarbonat, sodyum bikarbonat) ve su olarak tanımlanırken; yumurta, tuz, emülgatör, tatlandırıcı maddeler ve süt tozu isteğe bağlı olarak katılan bileşenlerdir (Mancebo ve ark., 2015; Arepally ve ark., 2020). Bisküvi üretimi akış şeması Şekil 2.7’de verilmiştir.



Şekil 2.7. Bisküvi üretimi akış şeması (Oluwamukomi ve ark., 2011)

Bisküvi üretiminde, *Tr. compactum* buğday türünden elde edilen zayıf unlar kullanılmaktadır. Bu unların protein kalitesi (% 8-10) düşük olup nişastasının ayrılma özelliğinden dolayı teknolojik işleme üstünlüğüne sahiptir (Elgün ve Ergutay, 2000). Protein kalitesi yüksek olan unlardan hazırlanan bisküvilerin sert bir yapıya ve üründe istenmeyen özellik olan kabarmaya neden olmaktadır. Ama düşük protein kalitesinde hazırlanan bisküvilerinde ise yapılarının yoğun ve sıkı oldukları belirtilmiştir (Posner ve Hibbs, 1999; Aydın, 2014). Ayrıca bisküvilik unda  $\alpha$ -amilaz aktivitesi düşük unlar tercih edilmektedir (Elgün ve Ergutay, 2000). Un, bisküvinin hazırlanması sırasında hamurun kolay şekil almasını, pişirme esnasında yayılmasını ve son ürünlerdeki testür, yayılma oranı gibi özelliklerini etkilemektedir (Faridi ve ark., 2000; Aydın, 2014). Bisküvi üretiminde kullanılan yumuşak buğday unları ince partiküllü olup bisküvide istenen bir özellik olan yayılma oranını arttırmaktadır.

Bisküvi üretiminde kullanılan şekerin tat vermesinin yanı sıra son ürünün tekstürünü ve rengini de etkilediği bildirilmiştir (Hoseney, 1994; Arepally ve ark., 2020). Şekerin kristal boyutu, şekerin çözünmesini ve bisküvinin gevrekliğini etkileyip iri kristallerde olursa hamurun yayılmasını azalttığını ve bisküvi yüzeylerinde çatlaklıklara neden olduğu belirtilmiştir. Ama kristal boyutunun küçük olması bisküvinin yayılmasını artırarak son ürünün tekstürünü olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir (Lai ve Lin, 2006). Kullanılan şeker miktarının da bisküvinin duysal özelliklerini etkileyerek son ürünün sertliğini arttırdığını ve hamurun yumuşamasın neden olduğu bildirilmiştir. Bisküvi, pişirme sırasında hamurun % 10 ile % 20 arasında indirgen şeker içermesi renk oluşumuna katkıda bulunduğu belirtilmiştir (Arepally ve ark., 2020).

Bisküvide yağ, un ve şekerden sonraki üçüncü ana bileşendir. Bisküvinin ağızda bıraktığı tadı ve hissin büyük çoğunluğu yağa atfedilir (Davidson, 2016; Arepally ve ark., 2020). Yağ ürüne lezzet vererek yeme kalitesini arttırır. Bisküvi formülasyonuna eklenen yağın türü, miktarı son ürünün özelliklerini etkilemektedir. Araştırmacılar, bisküviye eklenen yağın miktarı arttıkça son ürün renginin koyulaştırdığını ve gevrekliğini azalttığını belirtmişlerdir (Maache-Rezzoug, 1998). Ayrıca fazla yağ kullanımı üründe kırılabilirliğini ve oksidasyonu gibi bozulmaları arttırdığı belirtilmiştir. Yağ kullanımı yeterli miktarda olursa son ürüne alıcı bir renk verirken pişirme süresini de azalttığı bildirilmiştir (Hoseney, 1998; Aydın, 2014).

Su, bisküvi formülasyonundaki maddelerin birbirine karışmasını ve çözünmesini sağlarken hamurun reolojik özelliklerinde de büyük bir rolü vardır. Su, üründe fermantasyonu sağlayan ve hamurda istenen viskoelastik yapıyı kazandıran temel bir bileşendir. Bisküvide kullanılan suyun sertliği orta sertlikte olmalıdır. Eğer sert su kullanırsa hamurun, glutenin sertleşmesine ve yoğurma işleminin uzamasına neden olarak enerji kullanımını arttırmaktadır. Yumuşak su kullanımı ise hamurda yapışkan bir yapıya sahip olmaya ve gaz tutma özelliğini kaybetmesine neden olmaktadır (Hoseney, 1998; Aydın, 2014). Ayrıca kullanılan su miktarı son ürünün çapını, kalınlığını ve ağırlığını etkilemektedir (Maache-Rezzoug, 1998).

Bisküvi hamuruna eklenen kabartıcı ajanlar genellikle sodyum bikarbonat, sodyum profosfat ve amonyum bikarbonattır (Arepally ve ark., 2020). Kabartıcı ajanları, son ürüne istenilen gevrekliği ve hacmi vermektedir (Faridi ve ark., 2000; Aydın, 2014). Sodyum bikarbonat bisküvide sertleşme, renginde sararma ve acı bir tat vermektedir. Amonyum bikarbonat ise pişirme sırasında ısının etkisiyle karbondioksit ve amonyak gazı çıkarmaktadır. Ancak sodyum bikarbonat, sodyum profosfat ve amonyum bikarbonat beraber kullanıldığında üründe istenilen kabarma düzgün bir şekilde olmaktadır.

Bisküvi üretiminde tuz, un ağırlığına göre % 2 ile % 2.5 oranında ilave edilir (Moreira ve ark., 2011). Tuz, hamurdaki glütene sertleştirerek hamurun kıvama gelmesini ve şekil almasını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca bisküvide maillard ve fermantasyon reaksiyonlarında yavaşlatmaktadır (Arepally ve ark., 2020). Fazla tuz kullanımında hamur hacminde ve yağları bağlama kapasitesinde azalmaya neden olmaktadır.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Araştırmamızda kullanılan kara mürver (*Sambucus nigra* L.) meyvesi Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden 2019 hasat yılında taze olarak temin edilmiş olup soğutma kontrollü kaplar içerisinde laboratuvara getirilmiş ve kullanımına kadar  $-18^{\circ}\text{C}$ 'de bekletilmiştir. Bisküvi üretiminde kullanılan buğday unu (Hekimoğlu Un, Konya, Türkiye), shortening, pudra şekeri (Petek, Türkiye), fruktoz şurubu, süt tozu, tuz (Billur, Türkiye) ve sodyum bikarbonat (Kenton, Türkiye) Konya piyasasından temin edilmiştir.

#### 3.2. Yöntem

##### 3.2.1. Deneme deseni

Kara mürver (*Sambucus nigra* L.) meyvesi üç farklı teknik ile (konveksiyonel, mikrodalga ve vakumlu) kurutulmuştur. Kurutulan kara mürver meyvesi laboratuvar tipi bir öğütücü (Alveo, Türkiye) ile toz haline getirilerek 5 farklı oranda (% 0, 5, 10, 15 ve 20) buğday ununa ikame edilerek bisküvi üretiminde kullanılmıştır. Tüm denemeler, 2 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Denemeler % 100 buğday unu ile üretilen kontrol örneklerine karşılık; 4 farklı oran, 3 farklı teknik ve 2 tekerrürlü (4 x 3 x 2) deneme desenine göre gerçekleştirilmiştir (Düzgüneş ve ark., 1987).

Çizelge 3.1. Üretim deneme deseni

<i>Kurutma Teknikleri</i>	<i>İkame Oranı (%)</i>
Konveksiyonel Kurutma	0 (Kontrol)
	5
	10
	15
	20
Mikrodalga Kurutma	0 (Kontrol)
	5
	10
	15
	20
Vakumlu Kurutma	0 (Kontrol)
	5
	10
	15
	20

### 3.2.2. Kara mürver toz üretimi

Dondurulmuş şekilde temin edilen kara mürver meyvesi kullanıma kadar -18 °C’de muhafaza edilmiştir. Kara mürver meyvesi kurutma işlemlerinden önce saplarından ayrılarak bir blender (Korkmaz A446, Türkiye) yardımı ile püre haline getirilmiştir. Kurutma kâğıtlarına ince bir tabaka halinde yayılan kara mürver meyvesi ön deneme sonuçlarına göre üç farklı teknik ile kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Çalışmamızda uygulanacak kurutma normlarının optimizasyonu işlemlerinde, her ne kadar son ürün nemi % 10’un altında kalacak şekilde dizayn edilmiş olsa da; kurutma da kullanılan kara mürver meyvesinin bileşiminden dolayı (özellikle şeker içeriği) son üründe hem kararma/yanma, hem de acımsı bir tada sebep olmuştur. Bu nedenle; ön denemeler neticesinde aşağıdaki parametrelerin uygulanması uygun bulunmuştur.

**Çizelge 3.2.** Kurutma metodu ve parametreleri

<b>Metot</b>	<b>Parametreler</b>
Konveksiyonel Kurutma	60 °C, 3 saat
Mikrodalga Kurutma	360 W, 20 dakika
Vakumlu Kurutma	60 °C, 60 mmHg, 3 saat

Kara mürver meyve tozu üretimi için tüm meyveler; kurutma kağıdı üzerine ince bir tabaka halinde yayılarak, konveksiyonel kurutucuda (Eksis, Türkiye) 60 °C’de 3 saat süreyle, mikrodalga kurutucuda (LG Solar DOM, Kore) 360 Watt 20 dakika süreyle ve vakumlu kurutucuda (JSVO-60T, Kore) 60 °C’de 60 mmHg, 3 saat süreyle kurutulmuştur.

Kurutma işlemleri gerçekleştirilen kara mürver meyveleri, laboratuvar tipi bir öğütücü (Alveo, Türkiye) ile öğütülmüş ve toz haline getirilmiştir. Üretilen kara mürver meyve tozları polietilen bir ambalaj (Koroplast, Türkiye) içerisinde hava almayacak şekilde ve ağzı kapalı olarak +4 °C sıcaklıkta soğutucuda (Uğur USS 1200 DSCL, Türkiye), bisküvi üretiminde kullanılmaya kadar muhafaza edilmiştir.

### 3.2.3. Bisküvi üretimi

Bisküviler, AACC Standart No:10-54 üretim metodu modifiye edilerek üretilmiştir. Çizelge 3.3.'te uygulanan şahit bisküvi formülasyonu özetlenmiştir.

Çizelge 3.3. Bisküvi formülasyonu

Bileşen	Miktar (g)
Un (buğday)	100.00
Pudra Şekeri	42.00
Shortening	40.00
Fruktoz Şurubu	1.50
Sodyum Bikarbonat	1.50
Tuz	1.25
Süt Tozu	1.00
Su	20.00 (ml)

Üretilen kara mürver meyve tozları, bisküvi üretiminde ağırlık esasına göre % 0, 5, 10, 15 ve 20 ikame oranlarında kullanılmıştır. Formülasyondaki tüm bileşenler, laboratuvar tipi bir mikserde (Kenwood KMX, Kenwood Ltd., İngiltere) 8 dakika sürede yoğurulmuştur. Elde edilen hamur 5.0 mm kalınlığında ve 55.0 mm çapında yuvarlak şekli verilerek bisküvi oluşturulmuştur. Önceden 200 °C'ye sıcaklığa ısıtılan fırında (Vestel SF8401, Türkiye) 26 dakika süre ile pişirilmiştir.

### 3.2.4. Fiziksel analizler

#### 3.2.4.1. Renk

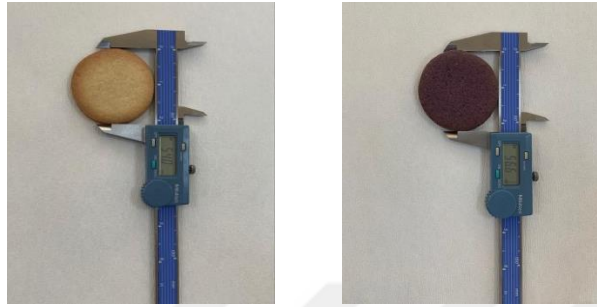
Kara mürver (*Sambucus nigra* L.) tozu ve bisküvi örneklerinin renk ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) değerleri Hunter Lab Color Quest II Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japonya) cihazı kullanılarak  $L^*$  değeri [ (0) siyah-(100) beyaz ],  $a^*$  değeri [ (+) kırmızı- (-) yeşil ] ve  $b^*$  değeri [(+) sarı-(-) mavi ] cinsinden ölçülmüştür (Francis, 1998).



Şekil 3.1. Bisküvilerde renk ölçümü

### 3.2.4.2. ap, kalınlık ve yayılma oranı

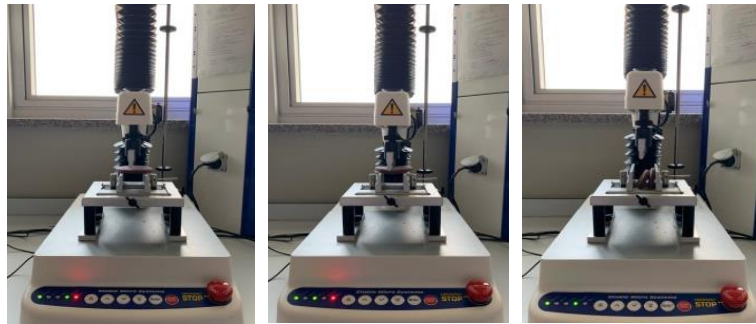
Bisküvi örneklerinin çap (mm) ve kalınlık (mm) değerleri dijital kumpas (0,001 mm Mitutoyo, Minoto-Ku, Tokyo, Japonya) kullanılarak ölçülmüştür. Bisküvilerin ap değerlerinin, kalınlık değerlerine oranlanması ile yayılma oranı değerleri tespit edilmiştir (AACC,1990).



Şekil 3.2. Bisküvilerde ap ölçümü

### 3.2.4.3. Tekstür

Bisküvi örneklerinin, sertlik ve kırılma değerleri tekstür analiz cihazı (TA-XT, Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK) ile ölçülmüştür. Örneklerin tekstür ölçümleri, fırından çıkarıldıktan 24 saat sonra 3 noktalı kırma probu ile 5.0 mm'lik bir mesafede ve 3.0 mm/sn hız ile yapılmıştır (Adeola ve ark., 2018).



Şekil 3.3. Bisküvilerde tekstür analizi

## 3.2.5. Kimyasal analizler

### 3.2.5.1. Nem

Hammadde ve bisküvi örneklerinin nem miktarı AACC (44-19) standart metoduna göre 135 °C'de 2.5 saat süreyle belirlenmiştir (AACC, 1990).

### 3.2.5.2. Ham protein

Hammadde ve bisküvi örneklerinin protein miktarları, Kjeldahl yöntemi ile AACC (46-12) standart metoduna göre uygulanmıştır (AACC, 1990). Bulunan değerler, un için 5.70;

kara mürver meyve tozları ve bisküvi örnekleri için ise 6.25 faktörü ile çarpılarak protein miktarları (%) kuru madde üzerinden hesaplanmıştır.

### **3.2.5.3. Ham yağ**

Ham yağ miktarı AACC (30-25) standart metoduna göre yapılmıştır (AACC, 1990). Örneklerde bulunan yağı bir çözücü (hekzan) yardımı ile ekstrakte ettikten sonra çözücünün uçurulması ile ham yağ miktarı % olarak tespit edilmiştir.

### **3.2.5.4. Kül**

Hammadde ve bisküvilerdeki kül miktarı AACC (08-01) standart metoduna göre uygulanmıştır. 600 °C'de örneklerin organik bileşikleri yakıldıktan sonra geriye kalan inorganik bileşiklerinden % kül miktarı hesaplanmıştır (AACC, 1990).

### **3.2.5.5. Karbonhidrat değerleri**

Hammadde ve bisküvi örneklerinin karbonhidrat değerleri; % Karbonhidrat (CHO) =  $100 - (\% \text{ nem} + \% \text{ ham protein} + \% \text{ ham yağ} + \% \text{ kül})$  formülüne göre belirlenmiştir (Karaağaoğlu ve ark., 2008).

### **3.2.5.6. Enerji değerleri**

Hammadde ve bisküvi örneklerinin enerji değerleri; Enerji (kkal/100 g) =  $4 (\% \text{ CHO} + \% \text{ ham protein}) + 9 (\% \text{ ham yağ})$  formülüne göre hesaplanmıştır (Karaağaoğlu ve ark., 2008).

### **3.2.5.7. Fenolik madde**

Serbest ve bağlı fenolik madde ekstraksiyonu Aydın (2014)'in kullandığı metotta modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir. Serbest (çözünebilen ve ekstrakte edilebilen) fenolik madde ekstraksiyonu için tüm örnekler (1 g), asitlendirilmiş metanol (HCl/metanol/su, 1:80:10, h/h) içerisinde (10 mL), 120 dk süre ile su banyosunda (WSB-30, Wisdem, Almanya) (20 °C) çalkalama işlemi yapılmıştır. Bağlı (çözünmeyen ve hidrolize edilebilen) fenolik madde ekstraksiyonu için serbest fenolik madde ekstraksiyonundaki peletler, asitlendirilmiş metanol (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/metanol, 10:1, h/h) içerisinde (40 mL), 20 saat süre ile su banyosunda (Nüve, ST-30, Türkiye) (85 °C) bekletilmiştir. Süre sonunda santrifüj cihazında (Hermle, Z326K, Almanya) 3500 rpm' de (4 °C) 10 dk süre ile santrifüjlenmiştir. İşlem sonunda elde edilen süpernatantlar, analiz edilene kadar (-20 °C) muhafaza edilmiştir.

Tüm örneklerden elde edilen ekstraktların (serbest fenolikler ve bağlı fenolikler) fenolik madde içeriği Folin-Ciocalteu kolorimetrik metodu ile belirlenmiştir (Naczka ve Shahidi, 2004; Vitali ve ark., 2009; Aydın, 2014). Fenolik madde miktarı gallik asit eşdeğeri (mg GAE/g) cinsinden hesaplanmıştır. Uygulamada kullanılan çözeltiler aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır:

*Çözelti A:* 0.1 mol/L sodyum hidroksit (NaOH) içinde % 2'lik sodyum karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) çözündürerek hazırlanmıştır.

*Çözelti B:* % 1'lik potasyum sodyum tartarat ( $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ ) içinde % 0.5'lik bakır sülfat ( $\text{CuSO}_4$ ) çözündürerek taze şekilde hazırlanmıştır.

*Çözelti C:* 50:1 (v/v) oranında *Çözelti A* ve *Çözelti B* karışımından elde edilmiştir.

*Reaktif:* 1:3 oranında saf su ile seyreltilmiş Folin-Ciocalteu hazırlanmıştır.

*Standart:* Gallik asit.

Çözeltiler hazırlandıktan sonra tüm örneklerin (0.1 mL) üzerine saf su (1.5 mL) ve *Çözelti C* (2.5 mL) ilave edilip karıştırıldıktan sonra 10 dk süre ile oda sıcaklığında bekletilmiştir. Süre sonunda reaktiften (0.25 mL) ilave edilerek karıştırılmış ve karanlık bir ortamda oda sıcaklığında ön denemeler sonucunda belirlenen sürede bekletilmiştir. Bu arada serbest fenolik için kalibrasyon grafiği 500 mg/L ile 5000 mg/L konsantrasyon aralığında; bağlı fenolik için ise 50 mg/L ile 500 mg/L konsantrasyon aralığında gallik asit çözeltileri hazırlanmıştır. Çözeltilerin absorbans değerleri spektrofotometrede (Libra S60, Biochrom Ltd., Cambridge, İngiltere) 750 nm dalga boyunda okunmuştur (Naczka ve Shahidi, 2004; Vitali ve ark., 2009; Aydın, 2014).

### **3.2.5.8. Antioksidan aktivite**

Bölüm 3.2.5.7'de belirtilen yöntem ile elde edilen ekstraktların, antioksidan aktivitelerinin belirlenmesinde, DPPH (2,2-difenil-1-picrylhydrazyl) ve FRAP (demir iyonu indirgeyici) metodları kullanılmıştır (Aydın, 2014).

DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite tayini, Aydın (2014)'ın kullandığı metotta bazı modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir. Standart Trolox çözeltileri için 20 mg/L ile 100 mg/L konsantrasyon aralıklarında hazırlanmıştır. Toplam miktar 4 mL olacak biçimde örneklerin (0.2 mL) üzerine DPPH çözeltisi (3.8 mL) ilave edilmiştir. Örneklerin absorbansında değişmeyen değerler elde edilene kadar oda sıcaklığında ( $22\pm 1^\circ\text{C}$ ) ve 30 dk karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda spektrofotometrede (Libra S60, Biochrom Ltd., Cambridge, İngiltere) 517 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır.

Antioksidan aktivitenin FRAP yöntemiyle belirlenmesi içinde Aydın (2014)'ın çalıştığı metotta bazı modifikasyonlar uygulanarak analiz gerçekleştirilmiştir. Standart Trolox çözeltisi 20 mg/L ile 100 mg/L konsantrasyon aralığında hazırlanmıştır. Toplam hacim 2550 mL olacak şekilde örneklerin (0.1 mL) üzerine FRAP reaktifi (2100 mL) ve saf su (0.3 mL) ilave edilmiştir. Örneklerde değişmeyen absorbans değerlerine ulaşınca kadar oda sıcaklığında ( $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) ve 30 dk karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda ise spektrofotometrede (Libra S60, Biochrom Ltd., Cambridge, İngiltere) 593 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur.

### **3.2.6. Duyusal analizi**

Bisküvi örneklerinin duyusal analizi için Necmettin Erbakan Üniversitesi, Gıda Mühendisliği bölümündeki öğretim elemanları, yüksek lisans ve doktora öğrencilerinden oluşan 10 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Bisküvi örneklerine rastgele rakamlar verilerek değerlendirmeye sunulmuştur. Duyusal değerlendirme aydınlık bir ortamda gerçekleştirilmiştir. Bisküviler; renk, koku, tat, görünüş, gevreklik ve genel beğenme açısından değerlendirilmiştir. Değerlendirme 1 ile 5 arasındaki skala (1: kötü, 2: yeterli değil, 3: kabul edilebilir, 4: iyi, 5: çok iyi) üzerinden yapılmıştır.

### **3.2.7. İstatistiksel değerlendirme**

Analiz sonucunda elde edilen veriler için JMP (Statistical Discovery from SAS, ABD) istatistik programı, 13.2.0 sürümü kullanılmıştır. Veriler, varyans analizine tabi tutulurken farklılıklar ise istatistiki olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları Tukey HSD testiyle karşılaştırılarak yapılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Hammadde Analiz Sonuçları

#### 4.1.1. Renk

Renk analizinde;  $L^*$  değerleri parlaklığı,  $a^*$  değerleri kırmızı (+), yeşili (-) ve  $b^*$  değerleri ise sarı (+), maviyi (-) temsil etmektedir (Kovacı ve ark., 2018). Kurutma işleminin, meyvelerin besin içeriğinde, yapısında, biyolojik aktivitesinde ve renginde çeşitli etkilere neden olduğu bildirilmiştir. Kurutma teknolojisi hem kurutma verimliliğini iyileştirmeyi hem de meyvenin genel özelliklerini korumayı amaçlamaktadır (Sun ve ark., 2019). Kurutma sırasında meydana gelen renk değişimlerinin asıl nedeni esmerleşme olduğu ve renk esmerleşmesi reaksiyonu sonucunda  $L^*$  ve  $b^*$  değerinde azalma,  $a^*$  değerinde ise artma beklendiği bildirilmiştir (Özer, 2021).

Bisküvi üretiminde kullanılan buğday un ve kara mürver meyve tozlarına ait renk analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Hammaddelerin renk analizi sonuçları<sup>1,2</sup>

ÖRNEK	$L^*$	$a^*$	$b^*$
Buğday Unu	94.04±0.01a	-0.54±0.01d	10.07±0.01a
KKKM	18.83±0.45c	5.43±0.08b	-0.62±0.01c
MKKM	20.11±0.18b	6.26±0.06a	-0.28±0.01b
VKKM	19.91±0.15bc	4.33±0.05c	-0.55±0.01c

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır; <sup>2</sup>Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ); KKKM: Konveksiyonel kurutulmuş kara mürver meyve tozu; MKKM: Mikrodalgada kurutulmuş kara mürver meyve tozu; VKKM: Vakum altında kurutulmuş kara mürver meyve tozu.

Kara mürver meyvesinde üç farklı kurutma tekniği kullanılarak elde edilen kara mürver meyve tozunun  $L^*$  değerlerinin 18.83 ile 20.11 arasında değiştiği ve en yüksek  $L^*$  değerinin mikrodalga kurutma ile elde edildiği görülmüştür. Gök (2019), yaban mersini meyvesinde, konveksiyonel (80 °C) ve mikrodalga (210 W) kurutucular ile kurutma işlemi uygulayarak renk değerlerini incelemiştir.  $L^*$  değerleri konveksiyonel kurutma için 15.11, mikrodalga kurutma için ise 16.96 olarak tespit edilmiştir. Doboğlu ve ark. (2012) karadut meyvesi üzerinde farklı kurutma teknikleri kullanarak yaptıkları çalışmalarında; 5 saatlik bir süre sonunda konveksiyonel teknik ile kurutulan (70 °C) karadutun  $L^*$  değerinin 6.4 olduğunu, vakumlu kurutma ile kurutulan (70 °C ve 0.2 atm) karadutun  $L^*$  değerinin ise 6.59

olduğunu belirtmişlerdir. Mikrodalga ile kurutulan kara mürver meyvesinin diğer tekniklere göre  $L^*$  değerinin yüksek olduğu görülürken, literatürde de benzer sonuçlar bildirilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre kara mürver tozlarının  $a^*$  değerlerinin 4.33 ile 6.26 arasında değiştiği ve farklı kurutma tekniklerinin arasında kırmızılık değerleri açısından istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. En yüksek  $a^*$  değeri mikrodalga kurutma ile elde edilmişken, bunu sırasıyla konveksiyonel ve vakum kurutma teknikleri takip etmiştir. Kızmaz (2019) yaptığı bir çalışmada, kivi meyvesini konveksiyonel (60 °C) ve vakum (60 °C ve 100 mbar) kurutucu ile kurutmuştur. Kurutulan ürünlerin  $a^*$  değerleri; konveksiyonel kurutma için 5.10, vakum kurutma için 4.52 olarak tespit edilmiştir. Mikrodalga ile kurutulan kara mürver meyvesinde, konveksiyonel ve vakum kurutmaya göre daha yüksek düzeyde renk esmerleşmesi gerçekleştiği göstermektedir. Ayrıca literatürde bildirilen araştırmalarda mikrodalga ile kurutulan meyvelerin  $a^*$  değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Contreras ve ark., 2008; İzli ve ark., 2017).

Farklı kurutma teknikleri ile kurutulmuş kara mürver meyve tozlarının  $b^*$  değerlerinde -0.28 ile -0.62 arasında değişim göstermiş olup mikrodalga ile kurutulan kara mürver tozunun en yüksek  $b^*$  değerine sahip olduğu görülmüştür. Yapılan bir araştırmada yaban mersini meyvesi, mikrodalga (210 W) ve konveksiyonel (80 °C) olarak 2 farklı kurutma tekniği kullanılarak kurutulmuş, bu yaban mersini meyvelerinin  $b^*$  değerlerinin ise mikrodalga yönteminde 0.15, konveksiyonel yönteminde ise -0.13 olduğu belirlenmiştir (Gök, 2019). Yılmaz (2019), çekirdeksiz sultani üzümünde 60 °C’de konveksiyonel, vakumlu ve sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutma uyguladığı bir çalışmada, örneklerin  $b^*$  değerlerini sırasıyla 0.60, 0.54 ve 3.19 olarak tespit etmiştir. Mikrodalga ile kurutulan kara mürver meyvesinin  $b^*$  değerlerinin diğer tekniklere göre yüksek çıkması literatürde uyum sağlamaktadır (Gök, 2019; Yılmaz, 2019).

Karaboğa (2019), konveksiyonel (80, 90 ve 100 °C) ve vakum (80, 90, 100 °C ve 0.1 MPa) kurutucuları kullanarak kuruttuğu mısır örneklerinin  $L^*$  değerlerinin azaldığını,  $a^*$  değerlerinin arttığını ve  $b^*$  değerlerinin azaldığını tespit etmiştir. Contreras ve ark. (2008) elma ve çilek meyvelerinin mikrodalga ve geleneksel kurutma teknikleri ile kurutulması sonucunda renk değişimlerini incelemişlerdir. Renk değerlerinde  $L^*$  ve  $b^*$  değerinin azaldığını  $a^*$  değerinin ise arttığını gözlemlemişlerdir.

Yaban mersini meyvesi üzerinde kurutma çalışması yapan araştırmacılar konveksiyonel (50 °C) olarak kurutulmuş yaban mersininde  $L^*$  değerini 28.5,  $a^*$  değerini 5.2,  $b^*$  değerini -0.3 olarak; vakum (50 °C ve 100 Pa) ile kurutulan yaban mersininde ise  $L^*$

değerini 16.9, *a\** değerini 3.6 ve *b\** değerini 1.9 olarak tespit etmişlerdir (Samoticha ve ark., 2015).

Lenaerts ve ark. (2018), kurutma üzerinde yaptıkları bir çalışmalarında mikrodalga ile kurutulan gıdaların diğer tekniklere kıyasla ürünün aroma, besin içeriği, renk gibi değerlerinin daha iyi korunduğu ve bu ürünlerin yüksek kalitede olduğunu bildirmişlerdir. Başka bir araştırmada ise mikrodalga ile kurutma işleminde ürünün doku, renk gibi özelliklerinin iyileştirdiği ve kurutma süresinin kısaldığı belirtilmiştir (Cuccurollo ve ark., 2018). Alibaş ve Köksal (2017), mikrodalga ile kurutmanın, konveksiyonel kurutmaya göre kurutma hızını arttırdığını bildirmişlerdir. Böğürtlen meyvesinde sıcak hava ve mikrodalga ile kurutma üzerine yapılan bir araştırmada, taze böğürtlenin rengine en yakın rengi mikrodalga ile kurutulan ürünün verdiği belirtilmiştir (Alibaş ve Köksal, 2017).

Sonuç olarak kara mürver meyvesinin renginden siyanidin-3-glikozit ve siyanidin-3-sambubiosit olan antosiyanin bileşikler sorumludur (Schmitzer ve ark., 2012). Antosiyaninler oksijen, sıcaklık ve ışık gibi dış faktörlerden etkilendiklerinden dolayı kullanılan kurutma tekniklerinden mikrodalga kurutmanın, kara mürver meyvesinin renk değerlerini diğer tekniklere göre daha iyi koruduğu gözlemlenmiştir (Oszmianski ve Wojdylo, 2005; Cupial ve ark., 2011; Samoticha ve ark., 2015).

#### 4.1.2. Kimyasal analiz sonuçları

Bisküvilik un ve kara mürver meyve tozlarına ait bazı kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.2.'de özetlenmiştir. Bu sonuçlara göre; unun nem miktarı % 9.79, ham protein miktarı % 10.29, ham yağ miktarı % 1.45 ve kül miktarı ise % 0.54 olarak tespit edilmiştir. Demirel ve Demir (2018), bisküvi üzerine yaptıkları bir çalışmalarında bisküvi için nemi % 11.79, proteini % 9.94 ve külü % 0.59 olan bir un örneği kullandıklarını belirtmişlerdir. Jukic ve ark. (2019), besin içeriğini zenginleştirmek amaçlı ürettikleri bisküvilerde kullandıkları

Çizelge 4.2. Hammaddelerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları<sup>1</sup>

ÖRNEK	Nem (%)	Ham Yağ <sup>2</sup> (%)	Ham Protein <sup>2,3</sup> (%)	Kül <sup>2</sup> (%)	Karbonhidrat (%)	Enerji (kcal/100 g)
Buğday Unu	9.79±0.01a	1.45±0.68b	10.29±0.68a	0.54±0.03b	77.92±0.02a	366.00± 3.33b
KKKM	11.86±1.03a	15.12±0.64a	8.66±0.12ab	3.79±0.06a	59.51±0.59b	408.76± 7.66a
MKKM	9.50±0.53a	15.43±0.47a	7.96±0.62b	3.76±0.02a	63.35±1.59b	424.12± 0.35a
VKKM	12.44±0.28a	14.96±0.38a	7.35±0.00b	3.86±0.03a	61.40±0.63b	409.58± 0.87a

<sup>1</sup>Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ); <sup>2</sup> Kuru madde üzerinden hesaplama yapılmıştır; <sup>3</sup>Un için N x 5.70 ve Kara mürver tozları için N x 6.25 faktörü kullanılmıştır; KKKM: Konveksiyonel kurutulmuş kara mürver meyve tozu; MKKM: Mikrodalgada kurutulmuş kara mürver meyve tozu; VKKM: Vakum altında kurutulmuş kara mürver meyve tozu.

unun nem içeriğinin % 12.71, ham yağ içeriğinin % 1.92, ham protein içeriğinin % 9.67, kül içeriğinin % 0.44 ve karbonhidrat değerinin % 74.37 olduğunu bildirmişlerdir.

#### **4.1.2.1. Nem**

Su gıdaların dayanıklılığını, yapısını, duyuşal özelliklerini, depolanmasını ve ticari değerlerini etkileyen bir faktördür. Su miktarının belirlenmesi bu açıdan önemli olup, nem tayini gıdaların işlenmesinde ve kontrolünde temel bir analizdir. Ürünün suyunun uzaklaştırılması sonucunda geri kalan kısma kuru madde, uzaklaştırılan kısma ise nem miktarı denilmektedir (Cemeroğlu, 2004; Anonim 2011). Un ve kara mürver meyve tozu örneklerinin nem içeriklerinin % 9.50 ile % 12.44 arasında değiştiği görülmüştür (Çizelge 4.2.). Farklı teknikler ile elde edilen kara mürver meyve tozlarının ve buğday ununun nem değerleri arasında deskriptif farklılıklar olduğu ama değerler arasında istatistiki olarak farklılık bulunmadığı gözlemlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Yılmaz (2019) çekirdeksiz sultani üzümlerinde, farklı kurutma tekniklerini kullanarak 60 °C'de kurutma işlemi gerçekleştirmiştir. Konveksiyonel, vakumlu ve sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutma sistemleri ile kurutulan çekirdeksiz sultani üzümünün nem değerleri sırasıyla; % 9.07, % 9.98 ve % 11.61 olarak tespit edilmiştir. Endes ve ark. (2015), konveksiyonel (60 °C) kurtucuda kurutma işlemi sonrasında, kurt üzümü (goji berry) meyvesinin nem içeriğini % 10.34 olarak bulduklarını bildirmişlerdir.

#### **4.1.2.2. Ham yağ**

Hammaddelerin ham yağ içeriği % 1.45 ile % 15.43 arasında değişmektedir (Çizelge 4.2.). Genel olarak kara mürver meyve tozlarının ham yağ değerlerinin, buğday unundan daha yüksek değerlere sahip olduğu ve istatistiki açıdan önemli farklılıklara görüldüğü tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Bu sonuçlara göre kara mürver meyvesinin ve özellikle çekirdeğinin yağ bakımından zengin bir kaynak olduğu sonucu çıkarılabilir (Dominguez ve ark., 2020). Uchoa ve ark. (2009) vakumlu (60 °C) kurutma işlemi sonucunda, guava meyvesinin ham yağ içeriğini % 14.05 olarak bulmuşlardır. Bir başka çalışmada da, konveksiyonel (80 °C) ve mikrodalga-vakum (750 W ve 6 kPA) kurutucularda kurutulan kızılıık meyvesinin ham yağ değerlerinin sırasıyla % 5.70, % 5.46 olduğu tespit edilmiştir (Zielinska ve ark., 2017). Literatüre göre kara mürver meyvesinin; üzüm, böğürtlen, çilek, kızılıık ve yaban mersini gibi berry meyvelere göre daha yüksek yağ içeriğine sahip olduğu görülmüştür (USDA, 2018). Braunch ve ark. (2016), konveksiyonel ön kurutma işlemi ardından mikrodalga-vakum kurutma sisteminde kurutulan maqui berry meyvelerinin nem içeriğinin % 5.54 ve ham yağ içeriğinin ise % 8.13 olduğunu tespit etmişlerdir.

#### **4.1.2.3. Ham protein**

Hammaddelerin protein içerikleri % 7.35 ile % 10.29 arasında değişmekte olup, kara mürver meyve tozlarının ham protein değerlerinin buğday ununa göre istatistiksel olarak daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2.). Bu durumun buğdayda bulunan gluten proteini ile alakalı olduğu öngörülmektedir. Taraseviciene ve ark. (2020), bir çalışmalarında bisküvi örneklerinde hammadde olarak kullanılacak unun protein değerlerini % 9.15 olarak, konveksiyonel (50 °C) olarak kurutulmuş ahududu, frenk üzümü ve çilek meyvelerinin protein değerlerini ise sırasıyla % 6.38, % 6.85 ve % 6.65 olarak tespit etmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada da konveksiyonel (60 °C) olarak kurutulan goji berry meyvesinin ham protein içeriği % 8.90 olarak bulunmuştur (Endes ve ark., 2015). Vakum (60 °C) kurutucu ile kurutulan guava meyvesinin ham protein içeriği % 11.47 olarak tespit edilmiştir (Uchoa ve ark., 2009).

#### **4.1.2.4. Kül**

Gıda maddelerinin yakılması işlemi sonucunda geriye kalan kül miktarı gıdalar arasında değişim göstermektedir. Gıdalarda yapılan kül analizinin amacı ise kaliteyi belirlemektir. Belirlenen kül miktarı gıdanın yakılmasından sonra içerdiği inorganik maddeleri kapsamaktadır (Cemeroğlu, 2007; Yokuş, 2014). Elde ettiğimiz sonuçlara göre kullanılan hammaddelerin kül değerlerinin % 0.54 ile % 3.86 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.2.). Genel olarak kara mürver meyve tozlarının kül değerlerinin, buğday unundan daha yüksek değerlere sahip olduğu ve istatistiki açıdan önemli farklılıklara görüldüğü tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Bununda kara mürver meyvesinin zengin mineral içeriğine atfedilebilir (Divis ve ark., 2015).

#### **4.1.2.5. Karbonhidrat ve enerji**

Hammaddelerin karbonhidrat değerleri % 61.40 ile % 77.92 arasında değişirken, enerji değerlerinin ise 366.00 kcal/100 g ile 424.12 kcal/100 g arasında değiştiği görülmüştür (Çizelge 4.2.). Kara mürver meyve tozlarının karbonhidrat değerleri, buğday unundan daha düşük değerlere sahipken, enerji değerlerinin ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmamızda farklı tekniklerle kurutulmuş kara mürver meyve tozlarının karbonhidrat değerlerinin deskriptif olarak farklı olduğu ama istatistiki açıdan fark olmadığı belirlenmiştir. Aynı zamanda kara mürver meyve tozlarının enerji değerleri ise deskriptif olarak farklıyken, istatistiki açıdan bir farklılık görülmemiştir ( $p>0.05$ ). Jukic ve ark. (2019), bisküvi üzerine yaptıkları bir çalışmalarında, buğday ununun karbonhidrat değerini % 74.37 olarak tespit etmişlerdir. Grewal ve ark. (2018), kuru goji berry meyvesinin karbonhidrat değerinin % 61.3 olduğunu belirtmişlerdir.

#### **4.1.2.6. Fenolik ve antioksidan aktivite**

Fenolik bileşikler, meyve ve sebzelere hem renk hem de lezzet vermektedir (Raynal ve ark., 1989; Murugesan ve Orsat, 2011). Ayrıca iyi bir antioksidan kaynağı olup kanser ve kardiyovasküler hastalıklar gibi birçok rahatsızlığı önlemede yardımcı olmaktadır (Murugesan ve Orsat, 2011). Fenolik bileşikler hem yapısal hem de gıda matrisi ile ilişkisine bağlı olarak, çözünmeyen bağlı ve çözünen serbest formlarda bulunmaktadır (Zhang ve ark., 2020).

Buğdayda protokateşik, gallik, p-hidroksibenzoik, klorojenik, gentisik, vanillik, p-kumarik, salisilik, kafeik, transsinnamik ve ferulik asit gibi çeşitli fenolik bileşikler olduğu belirtilmiştir (Kim ve ark., 2006; Liyana-Pathirana ve Shahidi, 2006). Wang ve ark. (2020), buğday ununu asit ve alkali olarak ayrı ayrı ekstraksiyon işlemlerine tabi tutmuşlardır. Çalışmalarının neticesinde asit ekstraksiyonu ile tespit ettikleri fenolik bileşiklerin kateşin, kafeik asit, gallik asit türevleri, gentisik ve hidroksibenzoik asit olduğunu; alkali ekstraksiyonu ile sadece ferulik asiti elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Kara mürver meyve tozları ve bisküvi üretiminde kullanılan una ait serbest, bağlı ve toplam fenolik madde miktarları Çizelge 4.3.'te özetlenmiştir. Hammaddelerin serbest fenolik madde içeriklerinin 6.50 mg GAE/g ile 96.44 mg GAE/g arasında değiştiği ve aralarında en düşük serbest fenolik madde içeriğine buğday ununun sahip olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). Yapılan araştırmalarda, buğdayın serbest fenolik madde ve türevlerini içerdiği, bağlı fenolik maddelerden ise ferulik asiti 20 ppm ile 30 ppm arasında içerdiği bildirilmiştir (El-Basyouni ve Towers, 1964; Maga ve Lorenz, 1974; Sosulski ve ark., 1982).

Kurutma tekniklerine göre kara mürver meyve tozlarının serbest fenolik madde miktarları arasında deskriptif bir farklılık olduğu görülürken, değerler arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık olmadığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.3.). Yani kurutma tekniklerinin, örneklerin serbest fenolik madde miktarları üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

**Çizelge 4.3.** Hammaddelerin fenolik madde analiz sonuçları<sup>1</sup>

ÖRNEK	Serbest Fenolik Madde (mg GAE/g)	Bağlı Fenolik Madde (mg GAE/g)	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g)
<b>Buğday Unu</b>	6.50±0.02b	25.12±0.49c	31.62±0.47c
<b>KKKM</b>	96.44±5.44a	100.58±1.16b	197.01±4.29b
<b>MKKM</b>	95.75±2.14a	96.26±0.87b	192.02±3.01b
<b>VKKM</b>	89.30±1.17a	122.92±2.03a	212.21±0.86a

<sup>1</sup>Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05); KKKM: Konveksiyonel kurutulmuş kara mürver meyve tozu; MKKM: Mikrodalgada kurutulmuş kara mürver meyve tozu; VKKM: Vakum altında kurutulmuş kara mürver meyve tozu.

Bisküvilik un ve kara mürver meyve tozlarının, bağlı fenolik madde miktarları 25.12 mg GAE/g ile 122.92 mg GAE/g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.3.). Hammaddeler arasında en düşük bağlı fenolik madde miktarı bisküvilik unda görülmüştür (p<0.05). Farklı teknikler ile elde edilen kara mürver meyve tozları arasında en yüksek bağlı fenolik madde miktarının vakum kurutma ile elde edildiği tespit edilmiştir. Konveksiyonel ve mikrodalga kurutma ile elde edilen meyve tozlarındaki bağlı fenolik madde miktarları arasında ise istatistiki olarak önemli bir fark görülmemiştir (p>0.05).

Hammaddelerin toplam fenolik madde içeriklerinin 31.62 mg GAE/g ile 212.21 mg GAE/g arasında olduğu ve en düşük içeriğe ise buğday ununun sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3.). Mikrodalga ve konveksiyonel kurutma ile kurutulan meyve tozlarının toplam fenolik madde içerikleri arasında istatistiki olarak farklılık olmadığı tespit edilmiştir (p>0.05). Vakum kurutma ile kurutulan kara mürver meyve tozlarının ise diğer tekniklere göre hem toplam fenolik madde içeriğinin daha yüksek olduğu hem de istatistiki açıdan farklılık gösterdiği görülmüştür (p<0.05). Ayrıca kara mürver meyvesinin toplam fenolik madde içeriğinin büyük bir kısmını bağlı fenolik bileşiklerin oluşturduğu gözlemlenmiştir.

Yu ve ark. (2004), unun toplam fenolik madde içeriğinin 177 mg GAE/g olduğunu belirtmişlerdir. Çetin-Babaoğlu (2021) ise buğday ununun serbest fenolik madde içeriğinin 449.59 mg GAE/kg, bağlı fenolik madde içeriğinin 239.59 mg GAE/kg ve toplam fenolik madde içeriğinin ise 743.18 mg GAE/kg olduğunu tespit etmiştir. Moore ve ark. (2006), fenolik madde içeriğinin, buğday türüne ve yetiştirme şartlarına göre farklılıklar gösterdiğini

belirtmişlerdir. Ayrıca fenolik bileşiklerin miktarının, ekstraksiyon oranına bağlı olarak da değiştiği bildirilmiştir (Menga ve ark., 2010; Baumgartner, 2018).

Buğdayın toplam fenolik içeriğinin % 69.2'sini bağlı fenolik bileşiklerin oluşturduğu ve bunların miktarının serbest fenolik bileşiklere kıyasla 2 ile 5 kat daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Sosulski ve ark., 1982).

Casati ve ark. (2012) yaban mersini, frenk üzümü ve kara mürver meyvelerinin sularını fenolik madde açısından değerlendirmişlerdir. Yaban mersini, kara mürver ve frenk üzümünün toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla 3.21 g GAE/L, 10.06 g GAE/L ve 10.72 g GAE/L olarak bulunmuştur.

Fenolik maddelerin ekstrakte edilebilirliğine kurutma prosesinin etkisinin araştırıldığı çalışmalarda, kurutulmuş ahududu meyvesinin yaş meyveye göre toplam fenolik madde miktarının % 40 arttırdığı bildirilirken, turunçgil posasının 74 °C'de kurutulmasının fenolik bileşiklerin ekstrakte edilebilirliğini % 37 oranında arttırdığı belirtilmiştir (Sablani ve ark., 2011; Delgado-Nieblas ve ark., 2017).

Multari ve ark. (2018), bir çalışmalarında konveksiyonel kurutmanın (40 °C, 50 °C, 60 °C ve 70 °C) kinoa tohumlarında serbest, bağlı ve toplam fenolik madde miktarları üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada fenolik madde miktarları üzerinde kurutma işleminin önemli bir etkisinin olduğu belirtilmiştir. Kurutmanın toplam ve bağlı fenolik madde miktarlarında olumlu bir etki gösterdiği, hatta bazı sıcaklıklarda (60 ve 70° C) ekstraksiyonu kolaylaştırdığı için daha yüksek fenolik madde miktarı elde edildiği bildirilmiştir.

Quispe-Fuentes ve ark. (2019), maqui berry meyvelerini vakum kurutma (40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C ve 150 mbar) ile kurutarak serbest ve bağlı fenolik madde içeriklerini incelemişlerdir. Kurutulan meyvede serbest fenolik madde miktarında 40 ve 50 °C'de artış olurken, 60 °C'de yaş meyveye göre farklılık olmadığı, 70 ve 80 °C'de ise azalma olduğu bildirilmiştir. Kurutulan maqui meyvelerinin, bağlı fenolik madde miktarının ise 60° C' de en yüksek olduğunu ve diğer sıcaklıklarda, yaş meyveye göre daha düşük miktarda olduğu belirtilmiştir.

Lutz ve ark. (2015), konveksiyonel kurutma (60 °C) ile kurutulan yaban mersini ve böğürtlen meyvelerinin toplam fenolik madde miktarlarında artış gözlemlemişlerdir. Yaş olarak toplam fenolik madde miktarları yaban mersini için 14.4 mg GAE/kg, böğürtlen için 22.1 mg GAE/kg iken, kurutulmuş örneklerdeki toplam fenolik madde miktarları ise yaban mersini için 67.1 mg GAE/kg ve böğürtlen için 126.1 mg GAE/kg olarak tespit edilmiştir.

Yapılan bir araştırmada maqui berry meyvesi, vakum kurutma (60 °C ve 0.15 bar), konveksiyonel kurutma (60 °C) ve kızılötesi kurutma (60 °C ve 900 W) teknikleri ile kurutularak ürünün toplam fenolik madde içerikleri incelenmiştir. Maqui berry meyvesinin toplam fenolik madde içeriği vakum kurutmada 30.31 mg GAE/g, kızılötesi kurutmada 27.87 mg GAE/g ve konveksiyonel kurutmada ise 23.40 mg GAE/g olarak bulunmuştur (Quispe-Fuentes ve ark., 2018).

Yokuş (2014) bir çalışmasında lutz golden ve staking delicious cinsi elmalarda mikrodalga ve vakum kurutucular ile kurutma işlemi yapmıştır. Kurutma sonucunda vakum kurutmanın mikrodalga kurutmaya kıyasla daha yüksek fenolik madde içeriği sağladığı tespit edilmiştir.

Özetle bu çalışmada elde edilen verilere göre; konveksiyonel, mikrodalga ve vakum kurutma ile kurutulmuş kara mürver meyve tozlarının serbest fenolik madde içeriklerinde, kullanılan kurutma teknikleri açısından herhangi bir farklılık olmadığı fakat bağlı ve toplam fenolik madde miktarları bakımından vakum kurutma tekniğinin daha pozitif bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Vakum kurutmadaki bu etkinin, kurutma esnasında ortamın oksijen seviyesinin düşük olması, ürünün fenolik madde miktarının korumasına atfedilerek diğer tekniklere göre fenolik madde miktarını iyileştirdiği görölmüştür. Literatürde, sıcaklık uygulamasının hücresel yapıyı bozarak hücre duvarında bağlı olan fenoliklerin çözünürlüğünü arttırması sonucu, kurutulan ürünün fenolik madde miktarının yaş ürüne göre iyileştiği bildirilmiştir (Guido ve Moreira, 2017). Ayrıca kurutma gibi ısıl işlemler sırasında meydana gelen maillard reaksiyon ürünlerinin yeni fenolik bileşiklerin öncüleri olarak işlev gördükleri belirtilmiştir (Que ve ark., 2008; Paul ve Das, 2018).

Antioksidan maddeler, aktif oksijeni engelleyerek veya aktif oksijen oluşumunu önleyerek hücre yapısında meydana gelebilecek bozulmalardan kaynaklı hastalıklardan insan vücudunu korumaktadır. Bu özelliğe sahip olan bileşikler ise E ve C vitaminleri ve fenolik bileşiklerdir (Baublis ve ark., 2000; Sivritepe, 2000; Tosun ve Karadeniz, 2003).

Buğday unu ve kara mürver meyve tozlarının serbest ve bağlı ekstraktlarına ait DPPH ile FRAP antioksidan aktivite sonuçları izelge 4.4.'te özetlenmiştir. Hammaddelerin DPPH antioksidan aktivitelerinin serbest ekstrakt için 1.82 mmol TE/100 g ile 2.98 mmol TE/100 g arasında değiştiği gözlemlenirken; bağlı ekstrakt için ise 45.58 mmol TE/100 g ile 183.40 mmol TE/100 g arasında değiştiği görölmüştür. Buğday ununun (1.82 mmol TE/100 g) antioksidan aktivitesinin, fenolik madde miktarındaki gibi farklı teknikler ile kurutularak elde edilen kara mürver meyve tozlarına göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (p<0.05).

**Çizelge 4.4.** Hammaddelerin DPPH ve FRAP antioksidan aktivite sonuçları<sup>1</sup> (mmol TE/100 g)

ÖRNEK	DPPH Antioksidan Aktivite		FRAP Antioksidan Aktivesi	
	Serbest (mmol TE/100 g)	Bağlı (mmol TE/100 g)	Serbest (mmol TE/100 g)	Bağlı (mmol TE/100 g)
<b>Buğday Unu</b>	1.82±0.03b	45.58±0.25b	0.04±0.01b	5.27±0.01b
<b>KKKM</b>	2.98±0.25a	165.65±7.16a	16.78±1.49a	24.05±3.09a
<b>MKKM</b>	2.87±0.09a	151.34±10.07a	15.63±2.27a	22.49±0.22a
<b>VKKM</b>	2.90±0.02a	183.40±20.14a	18.84±0.01a	24.26±0.35a

<sup>1</sup>Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05); KKKM: Konveksiyonel kurutulmuş kara mürver meyve tozu; MKKM: Mikrodalgada kurutulmuş kara mürver meyve tozu; VKKM: Vakum altında kurutulmuş kara mürver meyve tozu.

Sert buğday unu ve yumuşak buğday unu ile yapılan bir çalışmada, buğday unlarının serbest ve bağlı ekstraktlarının DPPH antioksidan aktiviteleri incelenmiştir. Sert buğday ununun, serbest ekstraktının antioksidan aktivitesi 1.4 mmol/g iken, bağlı ekstraktının antioksidan aktivitesi 17.9 mmol/g olarak; yumuşak buğday ununun ise serbest ekstraktın antioksidan aktivitesi 3.0 mmol/g, bağlı ekstraktın antioksidan aktivitesi 22.08 mmol/g olarak tespit edilmiştir (Liyana-Pathirana ve Shahidi, 2006).

Baumgartner (2018), buğday unu, bulgur ve nohut kepeklerinin, serbest ekstrakt, bağlı ekstrakt ve toplam ekstraktlarının DPPH antioksidan aktivitelerini karşılaştırmıştır. Bu çalışmada ununun serbest ekstrakt, bağlı ekstrakt ve toplam ekstrakt antioksidan aktiviteleri sırasıyla 0.19 mmol TE/100 g, 0.51 mmol TE/100 g ve 0.70 mmol TE/100 g olarak tespit edilmiştir.

Başka bir çalışmada ise buğday unu, buğday kepeği ve definitize edilmiş buğday kepeğinin, serbest ekstrakt, bağlı ekstrakt ve toplam ekstraktlarının DPPH antioksidan aktiviteleri incelenmiştir. Buğday ununun, serbest ekstraktının antioksidan aktivitesi 68.55 mmol TE/100 g, bağlı ekstraktının antioksidan aktivitesi 232.44 mmol TE/100 g ve toplam antioksidan aktivitesi ise 300.98 mmol TE/100 g olarak bulunmuştur. Buğday unun, buğday kepeği ve definitize edilmiş buğday kepeğine göre antioksidan aktivite değerlerinin düşük olduğu belirtilmiştir (Çetin-Babaolu, 2021).

Farklı teknikler ile kurutulmuş elde edilen kara mürver meyve tozlarının DPPH antioksidan aktivite değerleri arasında deskriptif farklılıklar gözlemlense de istatistiki açıdan hem serbest hem de bağlı ekstraktların DPPH antioksidan aktiviteleri üzerinde bir fark olmadığı tespit edilmiştir (p>0.05).

Mitra ve ark. (2013), saskatoon berry (*Amelanchier alnifolia*) meyvelerinde farklı kurutma işlemlerinin (vakum kurutma için 100 kPa ve 50 °C, mikrodalga ön işlemlili vakum kurutma için 6 W ve 100 kPa, sıcak hava ile kurutma için 60 °C), antioksidan aktivite üzerindeki etkilerini incelemiştir. Saskatoon berry meyvesinin toplam DPPH antioksidan

aktivitesi vakum kurutmada 4.55 mM/100 g, mikrodalga ön işlemlili vakum kurutmada 12.70 mM/100 g ve sıcak hava ile kurutmada ise 9.85 mM/100 g olarak bulunmuştur. Hem en iyi renk değerlerinin hem de en kısa sürede kuruma işleminin, mikrodalga ön işlemlili vakum kurutma ile elde edildiği belirtilmiştir. Kurutma süresi, antioksidan aktivite için önemli olan bileşiklerin (antosiyanın, polifenollerin gibi) kaybı ile doğru orantıda olduğu ve kurutma sırasında oksijensiz ortamın olması nedeniyle ürünün oksidasyon gibi reaksiyonlara karşı korunduğu bildirilmiştir.

Ayoub ve ark. (2016), yaban mersini ve siyah ahududu meyvelerinin serbest ve bağlı ekstraktlarının DPPH antioksidan aktivitelerini incelemiştir. Yaban mersini ve siyah ahududu meyvelerinin serbest ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri sırasıyla 1.60 mmol TE/g ve 2.40 mmol TE/g iken bağlı ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri ise yine sırayla 65 mmol TE/g ve 65.1 mmol TE/g olarak bulunmuştur. Başka bir çalışmada ise yaban mersini, ahududu, frenk üzümü, böğürtlen ve kızcılık meyvelerinin serbest ekstraktlarının DPPH antioksidan aktiviteleri sırasıyla 109.99 mmol TE/g, 86.67 mmol TE/g, 67.63 mmol TE/g, 156.95 mmol TE/g ve 93.30 mmol TE/g iken bağlı ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri ise sırasıyla 194.25 mmol TE/g, 403.12 mmol TE/g, 197.94 mmol TE/g, 297.91 mmol TE/g, 232.25 mmol TE/g olarak bulunmuştur (Kim ve ark., 2018).

Yapılan bir çalışmada, meyve suyu ve şarap yapımında kullanılan üzümlelerden kalan yan ürünlerin DPPH antioksidan aktiviteleri incelemiştir. Üretim için kullanılan üzüm türlerinin cora, isabel, syrah ve tempranillo olduğu bildirilmiştir ve bu türlerin serbest ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri sırasıyla 137 mmol TE/g, 79.3 mmol TE/g, 36.9 mmol TE/g ve 56.2 mmol TE/g iken bağlı ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri ise yine sırasıyla 288 mmol TE/g, 257.3 mmol TE/g, 615 mmol TE/g ve 891.4 mmol TE/g olarak tespit edilmiştir (de Camargo ve ark., 2014).

Buğday unu ve kara mürver meyve tozlarının serbest ekstraktlarının FRAP antioksidan aktiviteleri 0.04 mmol TE/100 g ile 18.84 mmol TE/100 g arasında değişirken, bağlı ekstraktlarının FRAP antioksidan aktiviteleri ise 5.27 mmol TE/100 g ile 24.05 mmol TE/100 g arasında değişim göstermektedir. DPPH antioksidan aktivitede olduğu gibi buğday ununun serbest ve bağlı ekstraktlarının FRAP antioksidan aktivitesi kara mürver meyve tozuna göre düşük çıkmıştır (Çizelge 4.4.).

Konveksiyonel, mikrodalga ve vakum kurutucularda kurutulmuş elde edilen kara mürver meyve tozlarının serbest ve bağlı ekstraktlarının FRAP antioksidan aktivitelerinin buğday unundan istatistiksel olarak farklı olduğu görülmüştür ( $p < 0.05$ ). Kurutma tekniklerinin kara mürver meyvesinin, serbest ve bağlı ekstraktlarının FRAP antioksidan aktiviteleri üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ( $p > 0.05$ ).

Fogarasi ve ark. (2015), buğday, arpa ve siyez buğdayı türlerinin, FRAP antioksidan aktivitelerini karşılaştırmışlardır. Antioksidan aktivitelerinin, buğday için 30.4 mmol/g, arpa için 77.6 mmol/g ve siyez için ise 53.4 mmol/g olduğunu tespit etmişlerdir.

Yapılan bir araştırmada bir maddenin antioksidan olarak adlandırılabilmesi için iki temel şartı yerine getirebilmesi gerektiği belirtilmiştir. İlki serbest radikali veya otooksidasyonu geciktirip önleyebilmesi; ikincisi ise radikal temizleme işleminden sonra oksidasyonu intramoleküler hidrojen bağlama yoluyla stabil hale getirebilmesidir (Gutteridge, 1994; Rice-Evans ve ark., 1996). Birincil antioksidan, hidrojen atomu verebilme özelliğine sahipken, ikincil antioksidan ise oksidatif süreç boyunca katalizör olarak davranarak metal iyonlarını bağlama özelliğine sahiptir. Buğdayın sahip olduğu fenolik maddeler ise hem birincil hem de ikincil antioksidan özelliklerini taşımaktadır (Schwarz ve ark., 2001; Skendi, 2021).

Wang ve ark. (2020), buğday türlerini, buğday un tiplerini ve yetiştirme sistemlerine göre bunların antioksidan aktivitelerini (FRAP) incelemişlerdir. *T. aestivum* türü buğdayın antioksidan aktivitesi 4.8 mmol/g, *T. spelta* türü buğdayın antioksidan aktivitesi ise 5.1 mmol/g olarak bulunmuştur. Geleneksel olarak yetiştirilen buğday ununun antioksidan aktivitesi 4.3 mmol/g iken organik çiftliklerde yetiştirilen buğday ununun ise 5.5 mmol/g olarak tespit edilmiştir. Buğday ununun ve tam buğday unu antioksidan aktiviteleri ise sırasıyla 2.0 mmol/g, 8.3 mmol/g olarak bulunmuştur. Yetiştirme faktörünün buğday unu üzerinde farklılıklara neden olduğu ve antioksidan aktivitesini etkilediği bildirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, vişne meyvesi konveksiyonel (50 °C, 60 °C ve 70 °C) ve vakum-mikrodalga (360/120 W, 480/240 W ve 4-6 kPa) kurutucularda kurutulmuş FRAP antioksidan aktiviteleri incelenmiştir. Konveksiyonel kurutma ile kurutulan vişnelerin, kurutma sıcaklıkları arttıkça, antioksidan aktivitelerinin azaldığı ve 50 °C için 166.17 mmol TE/g, 60 °C için 132.59 mmol TE/g ve 70 °C için ise 127.08 mmol TE/g olduğu bildirilmiştir. Vakum-mikrodalga kurutucusuyla kurutma yapılırken önce düşük watt ile başlandığı sonra artırıldığı ve yüksek watt ile kurutulan vişnelerde antioksidan aktivitenin düşük olduğu belirtilmiştir. 360/120 W güç ile kurutulan vişnelerin antioksidan aktiviteleri 182.40 mmol

TE/g iken 480/240 W ile kurutulan vişnelerin ise 169.26 mmol TE/g olduğu tespit edilmiştir (Wojdylo ve ark., 2014).

Samotchia ve ark. (2016), aronya meyvesinde (*Aronia melanocarpa*) konveksiyonel (50 °C, 60 °C ve 70 °C) ve vakum (50 °C ve 100 Pa) kurutucularda kurutma yapmışlardır. Kurutulan aronya meyvesinin FRAP antioksidan aktivitesi, konveksiyonel kurutmada 50 °C, 60 °C ve 70 °C sıcaklıkları için sırasıyla 15.4 mmol TE/100 g, 16.1 mmol TE/100 g ve 17.7 mmol TE/100 g olarak; vakum kurutma için ise 19.5 mmol TE/100 g olarak tespit edilmiştir.

Wojdylo ve ark. (2009), 2 farklı tür (Kent ve Elsanta) çilek meyvesini konveksiyonel (70 °C), vakum (50 °C ve 100 Pa) ve vakum-mikrodalga (360 W ve 4-6 kPa) kurutucularda kurutmuşlardır. Farklı tekniklerde kurutulan çilek meyvesinin hem DPPH hem de FRAP antioksidan aktivitelerini incelenmişlerdir. Konveksiyonel, vakum ve vakum-mikrodalga kurutma ile kurutulan kent türü çilek meyvesinin DPPH antioksidan aktiviteleri sırasıyla 13.0 mmo TE/100 g, 11.2 mmol TE/100 g ve 17.0 2 mmol TE/100 g iken, FRAP antioksidan aktiviteleri yine sırasıyla 10.4 2 mmol TE/100 g, 9.6 mmol TE/100 g ve 14.0 mmol TE/100 g olarak bulunmuştur. Elsanta türü çilek meyvesinin konveksiyonel, vakum ve vakum-mikrodalga kurutucular ile kurutulması sonucunda DPPH antioksidan aktiviteleri sırasıyla 15.2 mmol TE/100 g, 15.8 mmol TE/100 g ve 15.3 mmol TE/100 g bulunurken, FRAP antioksidan aktiviteleri ise sırasıyla 13.6 mmol TE/100 g, 11.7 mmol TE/100 g ve 12.5 mmol TE/100 g olarak tespit edilmiştir.

Lou ve ark. (2020), bir çalışmalarında alıç meyvesininin (*Crataegus pinnatifida*) DPPH ve FRAP antioksidan aktivitelerini karşılaştırmışlardır. Alıç meyvesinin DPPH antioksidan aktivitesi 27.0 mmol TE/g ile 108.3 mmol TE/g arasında bulunurken, FRAP antioksidan aktivitesinin ise 50.4 mmol TE/g ile 113 mmol TE/g arasında değiştiği belirtilmiştir. Ayrıca bu meyvenin antioksidan aktivitesinin, % 35.3 ile % 37.8'ini serbest ekstrakt oluştururken, % 57.8 ile % 68.4' ünü ise bağlı ekstraktın oluşturduğu belirtilmiştir.

Erik meyvesi (*Prunus salicina*) üzerine yapılan bir çalışmada, serbest ve bağlı ekstraktlarının antioksidan aktivitesi DDPH ve FRAP yöntemleri ile incelenmiştir. Erik meyvesinin serbest ve bağlı ekstraktının DPPH antioksidan aktiviteleri sırasıyla 11.13 mmol TE/100 g ve 49.5 mmol TE/100 g iken FRAP antioksidan aktiviteleri ise yine sırasıyla 18.53 mmol TE/100 g ve 31.2 mmol TE/100 g olarak bulunmuştur (Yu ve ark., 2021).

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; konveksiyonel, mikrodalga ve vakum kurutma ile kurutulmuş kara mürver meyve tozlarının serbest ve bağlı ekstraktlarının DPPH ve FRAP antioksidan aktivite değerleri üzerinde istatistiksel açıdan bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Literatürde buğday ununun serbest ve bağlı ekstraktının antioksidan aktivite

değerleri birbirinden farklıdır. Aynı zamanda diğer berry meyvelerinin antioksidan aktiviteleri, kara mürver meyvesinin antioksidan aktiviteleri ile farklılık göstermektedir. Bunun nedenleri ise örnek çeşidinin farklı olması, yetiştirme koşulları, toprak özellikleri gibi hem çevresel faktörler hem de ekstraksiyon işlemi, solvent çeşidi gibi faktörlerin ürünü, olumlu ya da olumsuz etkileyerek farklı verilerin elde edildiği bildirilmiştir (Fanzone ve ark., 2011; Meral ve Doğan 2012; Cheng ve ark., 2015; Bustamante ve ark., 2017; Li ve ark., 2019).



## 4.2. Bisküvi Analiz Sonuçları

### 4.2.1. Fiziksel analizler

#### 4.2.1.1. Renk

Unlu mamullerde renk, tüketiciler için önemli bir kalite faktörüdür (Bajaj ve ark., 2006). Ayrıca bisküvilerde tekstür, tat ve renk gibi faktörlerin ürünün kabul edilebilirliğini etkilediği belirtilmiştir (Zucco ve ark., 2011; Chung ve ark., 2014). Kara mürver tozu ile üretilen bisküvi örneklerine ait renk analiz sonuçları Çizelge 4.5.'te, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6.'da, Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.7.'de özetlenmiştir.

Üretimi gerçekleşen bisküvi örneklerinin  $L^*$  değerleri 29.40 ile 75.13,  $a^*$  değerleri 2.44 ile 11.93,  $b^*$  değerleri ise 0.63 ile 25.57 arasında değiştiği görülmüştür (Çizelge 4.5.). Baltacıoğlu ve Ülker (2017), ürettikleri bisküvi örneklerindeki kontrol grubunun,  $L^*$  değerini 71.2,  $a^*$  değerini 3.8 ve  $b^*$  değerini ise 31.1 olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.5. Bisküvi örneklerine ait renk analiz sonuçları

Kurutma Tekniği	İkame Oran (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$
Konveksiyonel Kurutma	0	75.13±0.08	2.44±0.13	25.57±0.49
	5	40.81±0.03	9.06±0.06	5.53±0.01
	10	38.81±0.03	10.09±0.15	4.58±0.01
	15	35.58±0.25	10.83±0.04	3.45±0.03
	20	32.21±0.08	11.90±0.03	3.19±0.05
Mikrodalga Kurutma	0	75.13±0.08	2.44±0.13	25.57±0.49
	5	48.54±0.45	9.43±0.04	5.27±0.02
	10	43.67±0.59	10.14±0.06	4.30±0.16
	15	37.42±0.01	10.62±0.06	3.30±0.10
	20	31.82±0.07	11.25±0.21	2.51±0.19
Vakum Kurutma	0	75.13±0.08	2.44±0.13	25.57±0.49
	5	44.90±0.07	7.96±0.20	2.68±0.09
	10	39.44±0.11	9.37±0.35	1.26±0.04
	15	36.45±0.15	10.84±0.06	0.95±0.02
	20	29.40±0.32	11.93±0.14	0.63±0.04

$L^*$ : Parlaklık,  $a^*$ : Kırmızı-yeşil renk değeri,  $b^*$ : Sarı-mavi renk değeri

Molnar ve ark. (2015), yaptıkları bir çalışmada josta berry meyvesini % 10 ikame oranında, bisküvi formülasyonuna ilave etmişlerdir. Üretilen bisküvi örneklerinden kontrol grubu için  $L^*$  değeri 75.64,  $a^*$  değeri 1.49,  $b^*$  değeri ise 26.46 olarak bulunurken, % 10 ikameli örneklerin ise  $L^*$  değeri 35.62,  $a^*$  değeri 14.51,  $b^*$  değeri ise 5.30 olarak tespit edilmiştir. Mofasser Hossain ve ark. (2017), bir çalışmalarında, frenk üzümünü belli oranlarda (% 0, 5, 10 ve 15) una ikame ederek bisküvi üretmişlerdir. Üretilen bisküvi örneklerinin renk değerleri % 0, % 5, % 10 ve % 15 oranları için sırasıyla  $L^*$  için 91.72, 70.71, 56.39, 56.92;  $a^*$

için 2.13, 9.55, 19.61, 20.16;  $b^*$  için ise 26.09, 4.94, 3.02, 3.06 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre elde edilen  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri literatür ile uyumludur.

Varyans analiz sonuçlarına (Çizelge 4.6.) göre uygulanan farklı kurutma tekniklerinin bisküvi örneklerinin renk  $L^*$  ve  $b^*$  değerleri ( $p<0.01$ ) ile  $a^*$  değerleri üzerinde ( $p<0.05$ ) istatistik olarak önemli etkiye sebep olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde ikame oranlarında ( $p<0.01$ ) istatistiki olarak önemli etki oluşturmuştur.

Çizelge 4.6. Bisküvi örneklerinin renk analizlerine ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

VK	SD	$L^*$		$a^*$		$b^*$	
		KT	F	KT	F	KT	F
<b>Kurutma Tekniği (A)</b>	2	44.24	411.00 **	0.69	15.67*	30.04	343.45**
<b>İkame Oranı (B)</b>	4	7135.70	33146.14 **	322.50	3672.32**	2434.77	13916.42**
<b>A x B</b>	8	56.17	130.48 **	3.03	17.30**	8.35	23.89**
<b>Hata</b>	14		0.76		0.30		0.61

<sup>1</sup> $p<0.05$  düzeyinde önemli,  $**p<0.01$  düzeyinde önemli, ns: önemsiz;  $L^*$ : Parlaklık,  $a^*$ : Kırmızı-yeşil renk değeri,  $b^*$ : Sarı-mavi renk değeri

Tukey HSD karşılaştırma test sonuçlarına (Çizelge 4.7.) göre bisküvi örneklerinde  $L^*$  değerleri üzerinde kurutma teknikleri açısından farklılıklar tespit edilmiştir. En yüksek  $L^*$  renk değerinin mikrodalga kurutma (47.31) ile elde edildiği ve en düşük değerlerin ise vakum kurutma (45.06) ile elde edildiği tespit edilmiştir. Kara mürver meyve tozu ikame edilen bisküvilerin  $L^*$  renk değerleri üzerinde ikame oranlarında önemli değişimlere sebep olmuş, kontrol bisküvi örneğine göre bisküvilerin parlaklıklarının azaldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. Bisküvi örneklerinin renk analizlerine ait Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

Faktör	n	$L^*$	$a^*$	$b^*$
<b>Kurutma Tekniği</b>				
<b>KK</b>	5	44.50±0.09c	8.87±0.08a	8.46±0.12a
<b>MK</b>	5	47.31±0.24a	8.78±0.10a	8.18±0.19b
<b>VK</b>	5	45.06±0.14b	8.50±0.18b	6.21±0.14c
<b>İkame Oranı (%)</b>				
<b>0</b>	3	75.12±0.08a	2.44±0.13e	25.57±0.49a
<b>5</b>	3	44.74±0.18b	8.81±0.10d	4.49±0.04b
<b>10</b>	3	40.64±0.24c	9.86±0.18c	3.37±0.07c
<b>15</b>	3	36.48±0.14d	10.76±0.05b	2.57±0.05d
<b>20</b>	3	31.14±0.16e	11.70±0.13a	2.10±0.09e

<sup>1</sup>Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ );  $L^*$ : Parlaklık,  $a^*$ : Kırmızı-yeşil renk değeri,  $b^*$ : Sarı-mavi renk değeri; KK: Konveksiyonel Kurutma; MK: Mikrodalgada Kurutma; VK: Vakum Kurutma

Bisküvilere ikame edilen kara mürver meyve tozu oranı arttıkça, bisküvilerin  $L^*$  değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Rozylo ve ark. (2019), farklı oranlarda (% 0, 1, 2, 3, 4 ve 5) aronya ve kara mürver meyve tozu ikameli gofret üretimi gerçekleştirmiştir. Meyve tozlarının ikame oranının artmasıyla, gofretlerin  $L^*$  değerlerinde azalma olduğu ve en düşük  $L^*$  değerlerinin ise kara mürver meyve tozu ikameli gofretlerde elde edildiği belirtilmiştir.

Başka bir çalışmada, kruvasan örneğinde belirli oranlarda (% 2 ve % 4), kara mürver meyve suyu ilave edilerek renk değerleri incelenmiştir. Kruvasana ilave edilen meyve suyu oranı arttıkça  $L^*$  değerinin azaldığı (57, 62) bildirilmiştir (da Silva ve ark., 2019). Farklı bir çalışmada ise frenk üzümü ikame edilen bisküvilerin, ikame oranının artmasının  $L^*$  değerlerinde azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Mofasser Hossain ve ark., 2017).

Literatürde, bisküviye ikame edilen dut meyve tozu, son ürün renginin, pişirme sırasında oluşan Maillard reaksiyonundan etkilendiği ve  $L^*$  değerlerini düşürdüğü belirtilmiştir (Molnar ve ark., 2015). Chevallier ve ark. (2000), bir çalışmalarında bisküvi örneklerinde  $L^*$  değerlerinin düşmesi yani parlaklığının azalmasını, pişirme esnasında ısının etkisi ile nişastaların dekstrinasyona uğramasına atfetmektedirler. Bisküvi örneklerinin parlaklığının, kara mürver meyve tozu ikame oranı artışına bağlı olarak azalmasının en önemli etkinin kara mürver meyve tozunun kendi renginden kaynaklandığı öngörülmüştür. Yapılan bir çalışmada bisküvi örneklerinin parlaklığının azalması, içeriğindeki yağ miktarının artışına atfedilmiştir (Maache-Rezzoug ve ark., 1998; Dominguez ve ark., 2020). Bu nedenle kara mürver meyvesinin zengin yağ içeriğine sahip olması, son ürünün  $L^*$  değerindeki azalmanın bir diğer nedeni olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7’de belirtilen Tukey karşılaştırma testi sonuçlarına göre bisküvi örneklerindeki en yüksek  $a^*$  değeri konveksiyonel (8.87) kurutmaya elde edilen kara mürver meyve tozu ikame edilmiş bisküvilerde görülürken, en düşük  $a^*$  değeri ise vakum (8.50) kurutmaya elde edilen meyve tozları ikameli bisküvilerde tespit edilmiştir. Konveksiyonel ve mikrodalga kurutmaya elde edilen kara mürver meyve tozları ikameli bisküvi örneklerinin  $a^*$  değerleri arasında deskriptif bir farklılık görülürken, istatistiki olarak önemli bir farklılık görülmemiştir ( $p>0.05$ ). İkame edilen kara mürver meyve tozu oranı arttıkça  $a^*$  değerlerinin arttığı gözlemlenirken bu değerler arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Yapılan bir çalışmada frenk üzümü meyvesini belirli oranlarda (% 0, 10, 15, 20) buğday ununa ikame ederek bisküvilerin renk değerleri incelenmiştir. Bisküviye ikame edilen meyve tozlarının ikame oranı arttıkça, örneklerin  $a^*$  değerlerinin arttığı bildirilmiştir. Frenk

üzümü ikameli bisküvilerin  $a^*$  değerlerinin ikame oranı artma sırasına göre 7.08, 9.08, 9.75 ve 12.43 olduğu belirtilmiştir. (Taraseviciene ve ark., 2020).

Tukey karşılaştırma testi sonuçlarına (Çizelge 4.7.) göre en düşük  $b^*$  renk değerinin vakum kurutmayla (6.21), en yüksek  $b^*$  renk değerinin ise konveksiyonel kurutmayla (8.46) kurutularak elde edilen kara mürver meyve tozları ikameli bisküvi örneklerinde bulunmuştur. Bisküvilere ikame edilen kara mürver meyve tozu oranı arttıkça  $b^*$  değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Bisküvi örneklerinin  $b^*$  değerleri üzerinde hem kurutma tekniklerinin hem de ikame oranlarının istatistiki olarak önemli bir etkisi olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Taraseviciene ve ark. (2020), ahududu ve frenk üzümü meyvelerini konveksiyonel (50 °C) olarak kuruttuktan sonra belirli oranlarda (% 0, 10, 15, 20) buğday ununa ikame ederek bisküvi üretmişlerdir. Bisküviye ikame edilen meyve tozlarının ikame oranı arttıkça, örneklerin  $b^*$  değerlerinin azaldığı bildirilmiştir. Ahududu ikameli bisküvilerin  $b^*$  değerlerinin ikame oranı artma sırasına göre 34.73, 24.39, 22.43 ve 20.12 olduğu; frenk üzümünün  $b^*$  değerlerinin ise 34.73, 23.81, 20.80 ve 20.61 olduğu belirtilmiştir. Başka bir çalışmada ise kara mürver meyve tozu ikame oranı artışına bağlı olarak gofretlerin  $b^*$  değerlerinin azaldığı bildirilmiştir (Rozylo ve ark., 2019).

Konveksiyonel kurutma tekniği ile elde edilen kara mürver meyve tozlarından üretilen bisküvilerin, en düşük  $L^*$  değeri ve en yüksek  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerine sahip olması kara mürver meyve tozunun içerdiği renk pigmentlerinden ve bu pigmentlerin stabilitesinden kaynaklandığı öngörülmektedir (Rozylo ve ark., 2019). Bu çalışmada elde edilen veriler, literatürdeki çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Molnar ve ark., 2015; Baltacıoğlu ve Ülker, 2017; Mofasser Hossain ve ark., 2017; Rozylo ve ark., 2019; Taraseviciene ve ark., 2020). Hem bu çalışmadan elde edilen veriler, hem de literatürdeki veriler sonucunda bisküvileri zenginleştirmek amacıyla eklenen materyalin renk özelliklerinin, zenginleştirilen ürünün renk özelliklerini de etkilediği gözlemlenmiştir.

#### 4.2.1.2. ap, kalınlık ve yayılma oranı sonuçları

ap, kalınlık ve yayılma oranı, ürünün teknolojik kalitesinin belirlenmesi bakımından önemli parametrelerdir (Demir, 2014). Bisküvide arzu edilen ve temel kalite kriterlerinden olan boyut, çap ve kalınlık parametreleri ile belirlenmektedir. Yayılma oranı ise bisküvi boyutunu, hem kalite hem de ürün ambalajlaması bakımından etkilemektedir (Pareyt ve ark., 2008; Ulutürk, 2018). Kaliteli bir bisküvide, kalınlığın düşük, çapın geniş ve yayılma oranının ise yüksek olması istenmektedir (Kissell ve ark., 1971). Ancak yayılma oranının çok yüksek olması da istenmemektedir (Demir, 2014). Ayrıca çapın aşırı geniş olmasının istenmeyen yayılmaya, fazla kalın olmasının ise istenmeyen büzülme ve kabarmaya neden olduğu belirtilmiştir (Uysal, 2005; Olcay, 2019).

Kara mürver tozu ile üretilen bisküvi örneklerine ait çap, kalınlık ve yayılma analiz sonuçları izelge 4.8.'de, varyans analiz sonuçları izelge 4.9'da ve Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları ise izelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Bisküvi örneklerine çap, kalınlık ve yayılma oranı sonuçları

Kurutma Tekniği	İkame Oranı (%)	ap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma Oranı
Konveksiyonel Kurutma	0	54.50±0.42	8.70±0.14	6.26±0.05
	5	54.20±0.28	8.15±0.07	6.65±0.02
	10	55.75±0.21	7.95±0.07	7.01±0.04
	15	55.85±0.21	7.85±0.07	7.12±0.09
	20	57.10±0.14	7.35±0.07	7.77±0.06
Mikrodalga Kurutma	0	54.50±0.42	8.70±0.14	6.26±0.05
	5	55.25±0.21	8.25±0.07	6.70±0.03
	10	55.65±0.07	7.80±0.14	7.14±0.14
	15	56.45±0.21	7.55±0.07	7.48±0.04
	20	57.20±0.14	7.40±0.14	7.73±0.13
Vakum Kurutma	0	54.50±0.42	8.70±0.14	6.26±0.05
	5	55.30±0.28	8.05±0.07	6.87±0.03
	10	56.60±0.28	7.85±0.07	7.21±0.10
	15	57.40±0.28	7.65±0.07	7.50±0.03
	20	58.25±0.21	7.35±0.07	7.93±0.11

Bisküvilerin ap değerleri 54.20 ile 58.25 mm, kalınlık değerleri 7.35 ile 8.70 mm ve yayılma oranları ise 6.26 ile 7.93 arasında değişim göstermiştir (izelge 4.8.). Üretilen bisküvilerde kontrol grubunun, kara mürver meyve tozu ikameli örneklerle göre çapının 54.50 mm ile en düşük değere, kalınlığının 8.70 mm ile en yüksek değere ve yayılma oranının 6.26 ile en düşük değere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan bir çalışmada üretilen kontrol bisküvilerinin çapı 54.56 mm, kalınlığı 8.79 mm yayılma oranı ise 6.55 olarak tespit edilmiştir. (Demirel ve Demir, 2018). Koyuncu (2021), ürettiği kontrol bisküvilerinin çapını 54.56 mm, kalınlığını 7.67 ve yayılma oranını 7.12 olarak ölçmüştür. Elde ettiğimiz sonuçlar literatür ile uyum göstermektedir.

Varyans analiz sonuçlarına (Çizelge 4.9.) göre farklı kurutma tekniği bisküvi örneklerinin, çap ve yayılma oranı değerleri üzerinde ( $p<0.01$ ) önemli bulunurken, kalınlık değerleri üzerinde ( $p>0.05$ ) istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Farklı ikame oranlarının ise bisküvi örneklerinin çap, kalınlık ve yayılma oranları üzerinde ( $p<0.01$ ) önemli etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.9.** Bisküvi örneklerinin çap, kalınlık ve yayılma oranı ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

VK	SD	Çap (mm)		Kalınlık (mm)		Yayılma Oranı	
		KT	F	KT	F	KT	F
<b>Kurutma Tekniği (A)</b>	2	4.45	85.97**	0.03	1.89ns	0.18	15.62**
<b>İkame Oranı (B)</b>	4	35.97	347.78**	6.12	166.60**	8.35	352.16**
<b>A x B</b>	8	2.25	10.90**	0.12	1.70ns	0.14	2.93*
<b>Hata</b>	14	0.36		0.13		0.08	

<sup>1</sup> $p<0.05$  düzeyinde önemli, \*\* $p<0.01$  düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçlarına (Çizelge 4.10.) göre en yüksek bisküvi çap ve yayılma oranı değerleri vakum kurutmaya; en düşük bisküvi çap ve yayılma oranı değerleri ise konveksiyonel kurutmaya kurutulmuş kara mürver meyve tozu ikameli bisküvi örneklerde tespit edilmiştir. Konveksiyonel, mikrodalga ve vakum kurutma teknikleriyle kurutulmuş kara mürver meyve tozu ile üretilen bisküvilerin, kalınlık değerlerinde ise deskriptif farklılıklar varken, istatistiki açıdan fark olmadığı gözlemlenmiştir ( $p>0.05$ ). Yani kurutma tekniklerinin, örneklerin kalınlık değerleri üzerinde istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

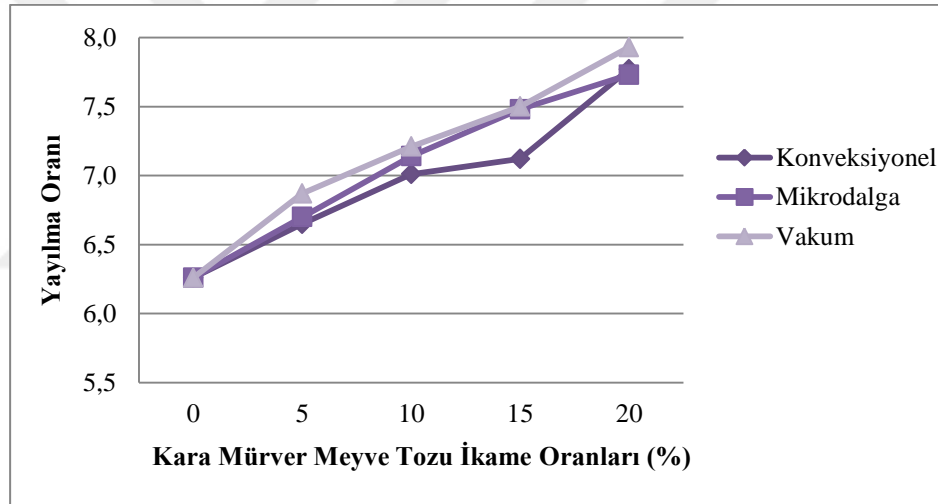
**Çizelge 4.10.** Bisküvi örneklerinin çap, kalınlık ve yayılma oranı ait Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

Faktör	n	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma Oranı
<b>Kurutma Tekniği</b>				
<b>KK</b>	5	55.48±0.25c	8.00±0.08a	6.96±0.05c
<b>MK</b>	5	55.81±0.21b	7.94±0.11a	7.06±0.08b
<b>VK</b>	5	56.41±0.30a	7.92±0.08a	7.15±0.06a
<b>İkame Oranı (%)</b>				
<b>0</b>	3	54.50±0.42e	8.70±0.14a	6.26±0.05e
<b>5</b>	3	54.92±0.26d	8.15±0.07b	6.74±0.03d
<b>10</b>	3	56.00±0.19c	7.87±0.09c	7.12±0.09c
<b>15</b>	3	56.57±0.24b	7.68±0.07d	7.37±0.06b
<b>20</b>	3	57.52±0.16a	7.37±0.09e	7.80±0.10a

<sup>1</sup>Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ); KK: Konveksiyonel Kurutma; MK: Mikrodalga Kurutma; VK: Vakum Kurutma

Üretilen bisküvilerde kara mürver meyve tozunun ikame oranı arttıkça, çap ve yayılma oranı değerlerinin arttığı, kalınlık değerlerinin ise azaldığı ortaya konulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre örneklerin literatürde kaliteli bir bisküvi için istenen çap, kalınlık ve yayılma oranı parametre değerlerine göre uygun olduğu tespit edilmiştir (Kissell ve ark., 1971; Demir, 2014).

Nanditha ve ark. (2008), bisküvi formülasyonuna doğal ve yapay antioksidan ilave etmeleri sonucunda, bisküvilerin kontrol grubuna göre çap ve yayılma oranı değerlerinin arttığını, kalınlık değerlerinin ise azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca doğal antioksidanların, örneklerin fiziksel özelliklerini çok fazla etkilediği bildirilmiştir. Aydın (2012), keçiyoynuzu unu ikamesi ile ürettiği bisküvilerin, kalınlık değerlerinin azaldığını, çap ve yayılma oranı değerlerinin ise arttığını tespit etmiştir. Aksoylu ve ark. (2015) ise yaban mersini ikameli bisküvilerin, çap değerlerinin kontrol bisküvilerine göre arttığını bildirmişlerdir.



Şekil 4.1. Kara mürver meyve tozu ve ikame oranlarının yayılma oranı üzerine etkisi

Varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.9.) istatistik olarak önemli ( $p < 0.05$ ) bulunan, bisküvi örneklerinin yayılma oranı değerleri üzerinde etkili “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksiyonu Şekil 4.1.’de gösterilmiştir. Şekil 4.1.’e göre konveksiyonel, mikrodalga ve vakum kurutma teknikleri ile kurutulan kara mürver meyve tozu ikame oranı arttıkça bisküvi örneklerinin yayılma oranı artmıştır. Bisküvi örneklerine ait en yüksek yayılma oranı, vakum kurutma ile elde edilen ve % 20 oranında ikame edilen örneklerde görülmüştür. Bisküvi üretimi üzerine yapılan bir çalışmada, hamurun mayalanma miktarı ile yerçekiminin her zaman sabit kabul edildiği bu nedenle bisküvi örneklerinin yayılma oranını sadece hamur viskozitesinin etkilediği bildirilmiştir. Düşük viskoziteye sahip hamurlardan, yayılma oranı yüksek bisküviler elde edildiği belirtilmiştir (Hadinezhad ve Butler, 2009).

Buna göre kara mürver meyve tozu ikame oranındaki artışın bisküvi hamurunun viskozitesinde azalmaya neden olmasıyla, son ürünün yayılma oranını ve çap değerlerini arttırdığı öngörülmektedir. Ayrıca literatürde, yağ miktarının artması, bisküvinin çapını (Yadav ve ark., 2012) ve yayılma oranını (Srivastava ve ark., 2010) arttırdığı belirtilmiştir. Dolayısıyla üretilen bisküvilerin, çap ve yayılma oranının artmasının bir başka nedeninin ise kara mürverin diğer meyvelere göre içerdiği zengin yağ miktarı olduğu söylenebilir (Dominguez ve ark., 2020).

#### 4.2.1.3. Tekstür

Bisküvilerde tekstürel özelliklerin ürünün kalitesine olumlu katkıda bulunan etkenlerden olduğu belirtilmiştir (Mofasser Hossain ve ark., 2017). Bajaj ve ark. (2015), unlu mamullerin kalitesinin değerlendirilmesinde, tekstürün önemli bir parametre olduğunu bildirmişlerdir. Sertlik ve dayanıklılık, ürünün deformasyona karşı koyma gücü olarak tanımlanırken unlu mamuller için de önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir (Ahlborn ve ark., 2005; Demir, 2014).

Kara mürver meyve tozu ile üretilen bisküvi örneklerine ait sertlik ve kırılmalık analiz sonuçları Çizelge 4.11.'de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12'de ve Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.13'te verilmiştir. Farklı kurutma teknikleriyle üretilen kara mürver meyve tozu ikameli bisküvilerin sertlik değerleri, 3649.36 ile 6601.13 g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.11.). Felisberto ve ark. (2019), sadece buğday unu kullanarak ürettikleri bisküvi örneklerinin sertlik değerini 3698.51 g olarak ölçmüşlerdir.

Çizelge 4.11. Bisküvi örneklerine ait tekstür analiz sonuçları

Kurutma Tekniği	İkame Oranı (%)	Sertlik (g)	Kırılmalık (mm)
Konveksiyonel Kurutma	0	3649.36±339.18	39.44±0.05
	5	4016.78±25.89	39.20±0.28
	10	4989.50±436.33	38.91±0.21
	15	4841.62±163.04	38.74±0.01
	20	5505.08±166.12	38.56±0.01
Mikrodalga Kurutma	0	3649.36±339.18	39.44±0.05
	5	4243.52±181.08	39.13±0.44
	10	4872.50±1047.51	38.59±0.04
	15	5375.28±672.62	38.17±0.06
	20	6245.32±601.91	38.16±0.02
Vakum Kurutma	0	3649.36±339.18	39.44±0.05
	5	4918.17±378.68	39.08±0.25
	10	5192.03±56.73	38.58±0.19
	15	5696.22±119.03	38.36±0.09
	20	6601.13±214.13	38.00±0.02

Varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.12.) bisküvi örneklerinin sertlik değerleri üzerine, farklı kurutma tekniklerinin ( $p<0.05$ ) ve ikame oranlarının ( $p<0.01$ ) istatistiki olarak önemli etki bulunduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.12.** Bisküvi örneklerinin tekstür analizine ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

VK	SD	Sertlik (g)		Kırılgenlik (mm)	
		KT	F	KT	F
<b>Kurutma Tekniği (A)</b>	2	1871582	5.82*	0.50	7.94*
<b>İkame Oranı (B)</b>	4	20881303	32.47**	5.93	47.54*
<b>A x B</b>	8	1108353	0.86ns	0.31	1.28ns
<b>Hata</b>	14	2250991		0.44	

<sup>1</sup>\* $p<0.05$  düzeyinde önemli,\*\* $p<0.01$  düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçlarına (Çizelge 4.13.) göre bisküvi örneklerinde en düşük sertlik değeri, konveksiyonel kurutmaya (4600.46 g) ve en yüksek sertlik değeri ise vakum kurutmaya (5211.38 g) elde edilen kara mürver meyve tozu ikameli bisküvi örneklerinde görülmüştür. Ayrıca kara mürver meyve tozunun bisküvi formülasyonuna ikame edilmesi sonucunda son ürünlerdeki oranın artışına bağlı olarak sertlik değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Arpa ve yulaf unlarına farklı oranlarda (% 0, 5, 10 ve 15) frenk üzümü ikame edilen bisküvi örnekleri üzerine yapılan bir çalışmada, örneklerdeki frenk üzümü ikame oranı arttıkça sertlik değerlerinin arttığı belirtilmiştir (Mofasser Hossain ve ark., 2017). Ayrıca sertlik değerlerindeki değişimin, ürünlerdeki protein ve nişasta arasındaki etkileşimden yani hidrojen bağlarından kaynaklandığı bildirilmiştir (Brennan ve Samyue, 2004; Mais ve Brennan, 2008; Mofasser Hossain ve ark., 2017).

**Çizelge 4.13.** Bisküvi örneklerinin tekstür analizine ait Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

Faktör	n	Sertlik (g)	Kırılgenlik (mm)
<b>Kurutma Tekniği</b>			
<b>KK</b>	5	4600.46±226.11b	38.97±0.11a
<b>MK</b>	5	4877.19±568.46ab	38.70±0.12b
<b>VK</b>	5	5211.38±221.55a	38.70±0.12b
<b>İkame Oranı (%)</b>			
<b>0</b>	3	3649.36±339.18d	39.44±0.05a
<b>5</b>	3	4392.82±195.22c	39.14±0.32a
<b>10</b>	3	5018.00±513.52bc	38.70±0.15b
<b>15</b>	3	5304.37±318.23b	38.43±0.05bc
<b>20</b>	3	6117.17±327.39a	38.24±0.02c

<sup>1</sup>Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ); KK: Konveksiyonel Kurutma; MK: Mikrodalga Kurutma; VK: Vakum Kurutma

Tańska ve ark. (2016) yaptıkları bir çalışmada kuşburnu, frenk üzümü ve kuş üvezi meyve posası ikamesiyle ürettikleri bisküvilerin, sertlik değerlerinin kontrol örneğine göre önemli ölçüde arttığını tespit etmişlerdir. Kulkarni ve Joshi (2013), farklı ikame oranlarında (% 0, 2.5, 5.0, 7.5 ve 10) ürettikleri kabak tozlu bisküvilerin sertlik değerlerini incelemişlerdir. Kabak tozlu bisküvilerin sertlik değerleri ve ikame oranları arasında doğrusal bir ilişki olduğu bildirilmiştir.

Molnar ve ark. (2015), frenk üzümü ve josta berry meyve tozları ile ürettikleri bisküvilerin, kontrol bisküvi örneklerine göre sertlik değerlerinin arttığını belirtirken, bunun nedeninin nişasta bileşiminden ve nişastanın protein ile ilişkisinden dolayı olduğunu bildirmişlerdir.

Kırılgenlık ya da gevreklik, tekstür analizlerinde ikincil parametrelerden biri olup, gıdanın parçalanması için gereken kuvvet olarak tanımlanmaktadır (Ertaş ve Doğruer, 2010). Bisküvilerde kırılgenlığın, paketlenme ve taşınma esnasında kırılmayacak kadar sağlam olması istenirken tüketimi esnasında ise ağızda dağılacak kadar kırılgen olması istenmektedir (Erinç, 2020). Ayrıca bisküvilerin pişirilmesi işlemi esnasında kısıtlı su ile nişastanın kendi doğal formunu koruması sonucunda oluşan kırılgenlığın, bisküvilerde istenilen bir parametre olduğu belirtilmiştir (Aydın, 2014; Olcay, 2019).

Farklı kurutma teknikleriyle üretilen bisküvilerin kırılgenlık değerleri, 38.00 ile 39.44 mm arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.11.). Varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.12.) farklı kurutma tekniklerinin ve ikame oranlarının, bisküvilerin kırılgenlık değerleri üzerinde ( $p < 0.05$ ) istatistiki olarak önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Tukey HSD karşılaştırma test sonuçlarına (Çizelge 4.13.) göre bisküvi örneklerinde en yüksek kırılgenlık değerleri arasında konveksiyonel kurutma (38.97 mm) ile elde edilen kara mürver meyve tozlarıyla üretilen bisküvilerde gözlemlenmiştir. Mikrodalga ve vakum kurutma teknikleriyle kurutularak elde edilen kara mürver meyve tozlarından üretilen bisküvi örneklerinin kırılgenlık değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir ( $p > 0.05$ ). Ayrıca, kara mürver meyve tozunun, bisküvi formülasyonuna ilave edilmesi ve ikame oranında artışa gidilmesi bisküvilerin kırılgenlık değerlerinde azalmaya sebep olduğu tespit edilmiştir.

Bora ve ark. (2019), farklı oranlarda (% 0, 10, 20, 30 ve 40) kurt üzümü (goji berry) ikameli bisküviler üretmişlerdir. Ürettikleri bisküvilerin, goji berry ikame oranı arttıkça kırılmalık değerlerinin azaldığı bildirilmiştir. Olcay (2019), yaptığı bir çalışmada kamkat meyve tozu farklı oranlarda bisküvi formülasyonuna ilave etmiştir. Kamkat meyve tozu ikame oranı arttıkça, bisküvilerin kırılmalık değerlerinin azaldığı belirtilmiştir. Taraseviciene ve ark. (2020), çilek posası tozlarından farklı ikame oranları ile (% 0, 10, 15 ve 20) ürettikleri bisküvilerin kırılmalık değerlerinde azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Koyuncu (2021), yapmış olduğu bir çalışmada hünnap meyve tozu kullanarak ürettiği bisküvilerin sertlik değerlerinin 4926.38 ile 5525.36 g ve kırılmalık değerlerinin ise 37.77 ile 39.01 mm arasında değiştğini tespit etmiştir. Ayrıca ikame oranı arttıkça bisküvilerin sertlik değerlerinin arttığını, kırılmalık değerlerin ise azaldığı bildirilmiştir.

Jukic ve ark. (2019) yaptıkları bir çalışmada ürettikleri bisküvilerin, çaplarının artması ve kalınlıklarının azalmasını, sertlik değerlerini etkileyerek arttırdığını belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada ise bisküvi formülasyonuna ilave edilen materyallerin kendi aralarındaki etkileşimlerinin, sertlik değerlerini etkilediği bildirilmiştir (Bajaj ve ark., 2006).

Bu çalışmada elde edilen tekstür analiz sonuçları; literatürde bulunan frenk üzümü, kuşburnu, kuş üvezi, çilek, josta berry, goji berry, kabak ve hünnap gibi meyve tozları ikameli bisküvi çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Kulkarni ve Joshi 2013; Molnar ve ark., 2015; Tańska ve ark., 2016; Mofasser Hossain ve ark., 2017; Bora ve ark., 2019; Olcay, 2019; Taraseviciene ve ark., 2020; Koyuncu, 2021).

#### **4.2.2. Kimyasal analiz sonuçları**

Kara mürver meyve tozu ikameli bisküvi örneklerinin kimyasal değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.14.'te, kimyasal analizlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15.'te ve Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.16.'da verilmiştir.

#### 4.2.2.1. Nem

Su, unlu mamullerin tat, renk ve tekstür gibi fiziksel parametrelerini etkileyen önemli bir bileşendir. Ayrıca bileşenlerin çözünebilmesini sağlarken, çözemediği bileşenleri (proteinler gibi) ise hidrate ederek glutenin gelişmesini sağlamaktadır (Ünal, 1991; Aydın, 2014). Araştırmacılar bisküvilerin nem içeriklerinin % 14'ü geçmemesi gerektiğini ve bisküvi için en iyi nem içeriğinin ise % 5 olduğunu belirtmişlerdir (Smith ve ark., 1972; Uchoa ve ark., 2009). Bu çalışmada üretilen bisküvi örneklerine ait nem değerleri % 6.79 ile % 7.30 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Bisküvi örneklerinin kimyasal analiz sonuçları

Kurutma Tekniği	İkame Oranı (%)	Nem (%)	Ham Yağ <sup>1</sup> (%)	Ham Protein <sup>1 2</sup> (%)	Kül <sup>1</sup> (%)	Karbonhidrat <sup>1</sup> (%)	Enerji <sup>1</sup> (kkal/100 g)
Konveksiyonel Kurutma	0	6.79±0.14	16.44±1.45	7.57±0.18	1.41±0.03	67.79±1.15	449.42±7.70
	5	6.92±0.23	15.14±0.10	7.40±0.06	1.61±0.01	68.94±0.21	441.58±1.44
	10	7.06±0.01	17.53±0.41	7.35±0.13	1.69±0.05	66.37±0.60	452.68±1.78
	15	7.16±1.14	18.55±0.19	7.22±0.06	1.98±0.01	65.09±0.88	456.21±5.49
	20	7.23±0.43	19.00±0.67	7.14±0.06	1.98±0.01	64.66±0.19	458.18±5.07
Mikrodalga Kurutma	0	6.79±0.14	16.44±1.45	7.57±0.18	1.41±0.03	67.79±1.15	449.42±7.70
	5	7.07±0.32	17.88±2.61	7.40±0.19	1.53±0.04	66.12±2.78	454.95±11.61
	10	7.05±0.28	18.07±0.16	7.22±0.06	1.66±0.03	66.00±0.42	455.48±0.43
	15	7.02±0.52	17.19±0.66	7.14±0.06	1.74±0.00	66.92±1.12	450.86±1.18
	20	6.91±0.42	18.09±0.42	6.83±0.12	1.80±0.01	66.38±0.97	455.62±0.42
Vakum Kurutma	0	6.79±0.14	16.44±1.45	7.57±0.18	1.41±0.03	67.79±1.15	449.42±7.70
	5	6.82±0.17	16.91±0.64	7.40±0.06	1.54±0.00	67.69±0.42	451.08±3.89
	10	7.10±0.15	17.31±0.82	7.29±0.02	1.59±0.01	67.05±1.04	451.83±3.50
	15	7.18±0.04	17.56±0.74	7.18±0.04	1.76±0.05	66.76±0.63	452.04±3.67
	20	7.30±0.08	18.35±0.80	6.91±0.25	1.81±0.01	66.11±1.08	455.34±3.60

<sup>1</sup>Kuru madde üzerinden hesaplama yapılmıştır; <sup>2</sup>N x 6.25 faktörü kullanılmıştır.

Varyans analiz sonuçlarına (Çizelge 4.15.) göre farklı kurutma tekniklerinin ve ikame oranlarının bisküvi örneklerinin nem değerleri üzerinde (p>0.05) istatistiki olarak önemli etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.15. Bisküvi örneklerinin kimyasal analizlerine ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

VK	SD	Nem		Ham Yağ		Ham Protein		Kül		Karbonhidrat		Enerji	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kurutma Tekniği (A)	2	0.03	0.09ns	0.29	0.13ns	0.05	1.59ns	0.07	52.99ns	1.52	0.60ns	15.30	0.27ns
İkame Oranı (B)	4	0.53	0.87ns	17.10	3.79*	1.27	17.95*	0.83	288.36*	18.97	3.70*	216.60	1.94*
AxB	8	0.24	0.20ns	10.88	1.20ns	0.49	0.06ns	0.05	8.94*	15.07	1.47ns	229.89	1.03ns
Hata	14	2.14		15.79		0.24		0.01		17.90		389.99	

<sup>1</sup>\*p<0.05 düzeyinde önemli, \*\*p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.16.) farklı kurutma tekniklerinin bisküvilerin nem değerleri üzerinde istatistiki açıdan önemli bir farkı bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Aynı şekilde kara mürver meyve tozu ikame oranı artışına bağlı olarakta bisküvi örneklerinin, nem değerleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ).

**Çizelge 4.16.** Bisküvi örneklerinin kimyasal analizlerine ait Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

Faktör	n	Nem (%)	Ham Yağ (%)	Ham Protein (%)	Kül (%)	Karbonhidrat (%)	Enerji (kkal/100 g)
<b>Kurutma Tekniği</b>							
<b>KK</b>	5	7.03±0.39a	17.33±0.56a	7.33±0.10a	1.73±0.02a	66.57±0.60a	451.61±4.29a
<b>MK</b>	5	6.97±0.33a	17.53±1.06a	7.22±0.12a	1.63±0.02a	66.64±1.29a	453.27±4.27a
<b>VK</b>	5	7.04±0.12a	17.31±0.89a	7.26±0.11a	1.62±0.01a	67.08±0.86a	451.94±4.47a
<b>İkame Oranı (%)</b>							
<b>0</b>	3	6.79±0.14a	16.44±1.45b	7.57±0.18a	1.41±0.02d	67.79±1.15a	449.42±7.70b
<b>5</b>	3	6.94±0.24a	16.64±1.12ab	7.39±0.11ab	1.56±0.01c	67.58±1.13ab	449.20±5.64b
<b>10</b>	3	7.07±0.15a	17.64±0.46ab	7.28±0.07b	1.65±0.02b	66.47±0.69ab	453.33±1.90ab
<b>15</b>	3	7.12±0.57a	17.77±0.53ab	7.17±0.05bc	1.82±0.02a	66.25±0.88ab	453.04±3.45ab
<b>20</b>	3	7.15±0.31a	18.48±0.63a	6.95±0.14c	1.86±0.01a	65.71±0.74b	456.38±3.03a

<sup>1</sup>Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ); KK: Konveksiyonel Kurutma; MK: Mikrodalga Kurutma; VK: Vakum Kurutma

Tam üzüm posası ilave edilerek üretilen bisküviler üzerine yapılan bir araştırmada, kontrol bisküvi grubu ile ikameli bisküvilerin nem değerleri arasında istatistiki olarak bir fark olmadığı belirtilmiştir (Acun, 2011). Tekeli (2019), gül yaprağının bisküvi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yaptığı bir çalışmada; gül yaprağı ununu, bisküvi formülasyonuna farklı oranlarda (% 0, 2.5, 5, 7.5 ve 10) ikame etmiştir. Üretilen bisküvilerin nem değerlerinin ikame oranı artışına göre sırasıyla % 6.14, % 6.34, % 6.91, % 6.66 ve % 7.17 olduğu ve bu değerlerin, istatistiki açıdan farklılık göstermediği bildirilmiştir.

#### 4.2.2.2. Ham yağ

Bisküvi hamurunda yağ, glutenin aşırı gelişmesini önlerken aynı zamanda hamurun işlenebilirliğini kolaylaştırmaktadır (Given, 1994). Ayrıca son ürünün yayılma, tekstür ve duyu niteliklerini etkilemektedir (Vettern, 1984; Jacob ve Leelavathi, 2007).

Çizelge 4.14.'te bisküvi örneklerine ait ham yağ değerlerinin % 15.14 ile % 19.00 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Tekeli (2019), bisküvi üzerine yaptığı bir çalışmada, kontrol bisküvilerinin ham yağ değerlerini % 15.16 olarak bulmuştur. Başka bir çalışmada ise üretilen kontrol bisküvilerin ham yağ değerlerinin % 17.06 olarak tespit edildiği belirtilmiştir (Koyuncu, 2021).

Varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.15.) bisküvi örneklerinin ham yağ değerleri üzerine farklı kurutma tekniklerinin ( $p>0.05$ ) istatistiki olarak önemsiz ve ikame oranlarının ( $p<0.05$ ) istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçlarına (Çizelge 4.16.) göre kurutma tekniği açısından örneklerin ham yağ değerleri arasında istatistiki açıdan önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). En düşük ham yağ değeri, kontrol grubu bisküvilerinde tespit edilmiş olup kara mürver meyve tozu ikamesi ile bisküvi örneklerinin ham yağ değerlerini arttırdığı belirlenmiştir. Fakat ikame oranındaki artışlar istatistiksel olarak önemli bir değişim oluşturmamış, bu artışlar deskriptif olarak yansımıştır.

Uchou ve ark. (2009), guava meyve tozunun bisküvilere ilave edilmesi sonucunda, örneklerin kontrol grubuna göre ham yağ değerlerinde bir artışa neden olduğunu tespit etmişlerdir. Bu artışın sebebi ise meyve içerisinde bulunan çekirdeklere atfedilmiştir. Guava meyve tozu, bu nedenle alternatif yağ kaynağı olarak düşünülmüştür. Tarasevicene ve ark. (2020), ahududu, frenk üzümü ve çilek meyvelerinin tozunu, bisküvi formülasyonuna farklı ikame oranlarında (% 0, 10, 15 ve 20) ekleyerek bisküvi üretimini gerçekleştirmişlerdir. Bisküvi örneklerinin ham yağ değerlerinin % 19.16 ile % 20.74 arasında değiştiği ve en yüksek ham yağ miktarının % 20 ahududu ikameli bisküvilerde elde edildiği bildirilmiştir. Başka bir çalışmada, yaban mersini meyve tozu % 5 oranında bisküvi formülasyonuna ilave edilerek son ürünlerdeki etkisi incelenmiştir. Yaban mersini meyvesinin, bisküvideki ham yağ değerlerinde artışa sebep olduğu bildirilmiştir (Aksoylu ve ark., 2015).

Kara mürver meyve tozu ikameli bisküvi örneklerinin, ikame oranına bağlı olarak ham yağ değerlerinin artışı, kara mürver meyvesinin zengin yağ içeriğine ve meyve içerisinde bulunan çekirdeklerine atfedilebilir (Dominguez ve ark., 2020). Bisküvi örneklerinde elde edilen ham yağ değerleri literatür ile uyum göstermektedir (Uchou ve ark., 2009; Aksoylu ve ark., 2015; Tekeli, 2019; Tarasevicene ve ark., 2020; Koyuncu, 2021). Ayrıca kara mürver meyvesinin içerdiği esansiyel yağ asitleri sayesinde önemli bir fonksiyonel nitelikte son ürünlere ulaşabileceği düşünülmektedir.

### 4.2.2.3. Ham protein

Bisküvi örneklerinin ham protein değerleri % 6.83 ile % 7.57 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.14). Nassar ve ark. (2008) yaptıkları bir çalışmada, farklı oranlarda (% 0, 5, 15 ve 25) portakal tozu ikameli bisküvilerin ham protein değerlerinin % 5.40 ile % 9.88 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Koyuncu (2021) yaptığı çalışmada bisküvi örneklerinin ortalama ham protein miktarını % 7.67 olarak tespit etmiştir. Taraseviciene ve ark. (2020), ahududu, frenk üzümü ve çilek meyvelerini farklı oranlarda (% 0, 10, 15 ve 20) ikame ettikleri bisküvilerden kontrol bisküvi grubunun ham protein değerine (% 9.41) sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.15.'te özetlenen varyans analizi sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin ham protein değerleri üzerine farklı kurutma tekniklerinin ( $p>0.05$ ) istatistiki olarak önemsiz ve ikame oranlarının ( $p<0.05$ ) istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçlarına (Çizelge 4.16.) göre kurutma tekniği açısından örneklerin ham protein değerleri arasında istatistiki açıdan önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). En yüksek ham protein değeri, kontrol grubu bisküvilerinde tespit edilmiş olup kara mürver meyve tozu ikamesi ile bisküvi örneklerinin ham protein değerlerini azaldığı belirlenmiştir. Bisküvilerde, kara mürver meyve tozu ikame oranı arttıkça da ham protein değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Bisküvilik unun ham protein değerinin, kara mürver meyvesine göre daha yüksek olması nedeniyle, kara mürver ikameli bisküvilerin protein değerleri de azalmıştır (Çizelge 4.16).

Olçay ve Demir (2019), bisküviye kamkat tozu ikame etmesi sonucunda protein miktarının azaldığını belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada elma ikame edilen bisküvilerin lif değerlerinde artış olduğu ama protein değerlerinde ise azalma meydana geldiği bildirilmiştir (Vitali ve ark., 2009). Aksoylu ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada yaban mersini ilaveli bisküvi örneklerinin, kontrol bisküvi grubuna göre protein miktarlarının azaldığını tespit etmişlerdir. Nassar ve ark. (2008), portakal püresi ve portakal kabuğunu farklı oranlarda (% 0, 5, 10 ve 25) bisküvi formülasyonuna ikame etmişlerdir. Bisküvi örneklerinde ikame oranı arttıkça protein değerlerinin azaldığını ve en yüksek protein miktarının kontrol bisküvi örneğine ait olduğunu belirtmişlerdir.

Literatürdeki bulgular, bu çalışmadaki sonuçları desteklemektedir (Nassar ve ark., 2008; Vitali ve ark., 2009; Aksoylu ve ark., 2015; Olcay ve Demir, 2019). Kara mürver meyvesi hem diğer berry meyvelerinden (böğürtlen, üzüm ve çilek) hem de bisküvide kullanılan buğday undan daha düşük protein içeriğine sahip olması nedeniyle, kara mürver ikameli bisküvilerin protein miktarının düşük olmasına sebep olduğu görülmüştür.

#### 4.2.2.4. Kül

Kül, gıdanın içerdiği mineral madde miktarının bir göstergesidir (Saadoudi ve ark., 2017). Bisküvi örneklerinin kül değerleri % 1.41 ile % 1.98 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.14.) Olcay (2019), bisküvi üzerine yaptığı bir çalışmada; kontrol grubu bisküvi örneklerinin kül değerleri% 1.43 olarak tespit etmiştir. Bora ve ark. (2019), kurt üzümü (goji berry) meyvesinin bisküvi üzerindeki etkilerini belirlemek için yaptığı bir çalışmada, goji berry meyvesini farklı oranlarda (% 0, 10, 20, 30 ve 40) bisküvi formülasyonuna ikame etmişlerdir. Bisküvi üretimleri sonucunda kül değerlerinin % 1.40 ile % 1.90 arasında değiştiğini ve bisküvide goji berry ikame oranı arttıkça kül değerlerinin de arttığı bildirilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına (Çizelge 4.15.) göre bisküvi örneklerinin kül değerleri üzerine farklı kurutma tekniklerinin ( $p>0.05$ ) istatistiki olarak önemsiz ve ikame oranlarının ( $p<0.05$ ) istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.16.'da gösterilen Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçlarına göre kurutma tekniklerinin kül değerleri arasında istatistiki açıdan önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Bisküvi örneklerinde kara mürver meyve tozu ikame oranı arttıkça kül değerlerinde arttığı görülmüştür. Üretilen bisküvi örneklerinde en düşük kül değerlerinin kontrol bisküvi grubuna ait olduğu ve en yüksek kül değerlerinin ise % 20 kara mürver meyve tozu ikameli bisküvilerde olduğu tespit edilmiştir. Bisküvil örneklerinde, kara mürver meyve tozu ikame oranı arttıkça kül değerlerinin de arttığı ve % 15 ile % 20 oranlarına ait bisküvilerin kül değerleri arasında ise deskriptif olarak bir artış söz konusu iken istatistiki olarak önemli bir farklılık olmadığı gözlemlenmiştir ( $p>0.05$ ).

Molnar ve ark. (2015), josta berry ve frenk üzümü meyve tozlarının bisküvi formülasyonuna ikame edilmesi sonucunda meyvelerin içerdiği mineral maddeler nedeni ile son ürünün kül değerlerini, önemli miktarda arttırdığını bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada ise ahududu, frenk üzümü ve çilek meyvelerinin farklı oranlarda (% 0, 10, 15 ve 20) bisküviye ikame edilmesi sonucunda kül değerlerinin yükseldiği belirtilmiştir (Taraseciene ve ark., 2020). Acun (2011), bisküvi formülasyonuna, tam ve çekirdeksiz üzüm

posalarını farklı oranlarda (% 0, 5, 10 ve 15) ikame etmiştir. Üretilen bisküvilerin kül değerlerinin, tam posa olanlar için % 1.34 ile % 1.98 arasında; çekirdeksiz posalı olanlar için ise % 1.31 ile % 2.31 arasında değiştiği bildirilmiştir. Bisküvilerde üzüm posası oranları arttıkça, kül değerlerinin de arttığı tespit edilmiştir.

Kara mürver meyvesinin iyi bir mineral kaynağı olduğu ve günlük tüketilmesi gereken mineral madde miktarını % 0.2 ile % 30'una kadar karşıladığı bilinmektedir (Divis ve ark., 2015). Bisküvilerde ise kara mürver meyve tozu ikame oranının artması sonucunda kül değerlerinin artması, kara mürver meyvesinin zengin mineral içeriğine atfedilebilir. Literatürdeki araştırmalar ile kara mürver meyve tozu ikameli bisküvi örneklerinin kül değerleri birbiriyle uyum göstermektedir (Acun, 2011; Molnar ve ark., 2015; Bora ve ark., 2019; Olcay, 2019; Taraseiciene ve ark., 2020).

#### **4.2.2.5. Karbonhidrat**

Karbonhidrat, insan vücudu için temel enerji kaynağını sağlayan; şeker, nişasta ve selüloz gibi molekülleri kapsayan bir makromoleküldür (Thongram ve ark., 2016). Buna karşın, insanlar düşük karbonhidrat içeriğine sahip, yüksek lifli gıda ürünlerine yönelmektedir. Ayrıca araştırmacılarda, düşük karbonhidratlı ve yüksek lif içeriğine sahip gıdaların, hem insan sağlığı için koruyucu etkisinin olduğunu hem de sindirime yardımcı olduğunu belirtmişlerdir (Stevenson ve ark., 2012; Ganorkar, 2014; Grewal, 2018).

Çizelge 4.14.'te bisküvi örneklerine ait karbonhidrat değerleri % 64.66 ile % 68.94 arasında değişim göstermiştir. Grewal (2018), ürettiği bisküvilerin karbonhidrat içeriğinin % 62.10 ile % 66.70 arasında değişim gösterdiğini tespit etmiştir. Ayrıca ürettikleri bisküvi örneklerindeki en yüksek karbonhidrat değerinin, kontrol grubuna ait olduğu belirtilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.15.) göre bisküvi örneklerin karbonhidrat değerleri üzerinde farklı kurutma tekniklerinin istatistiki açıdan ( $p>0.05$ ) önemsiz etkide, kara mürver meyve tozu ikame oranının istatistiki açıdan ( $p<0.05$ ) önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçlarına (Çizelge 4.16.) göre kurutma tekniklerinin, örneklerin karbonhidrat değerleri üzerinde deskriptif bir farklılık oluşturduğu gözlemlenirken istatistiki açıdan önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). İkame oranı açısından değerlendirildiğinde ise; en yüksek karbonhidrat değerinin, kontrol bisküvi grubu örneklerinde ve en düşük karbonhidrat değerinin, % 20 ikameli bisküvi örneklerine ait olduğu görülmüştür. Bisküvi örneklerinde, kara mürver meyve tozu ikamesi arttıkça, karbonhidrat değerlerinin deskriptif olarak azaldığı belirlenmiştir.

Bisküvi üzerine yapılan bir çalışmada bisküvi formülasyonuna ikame edilen goji berry meyvesinin karbonhidrat değerinin, kontrol grubuna göre düşük olduğu belirtilmiştir (Grewal, 2018). Bir araştırmada, kara mürver meyve suyu farklı oranlarda (% 0, 2, 4 ve 8) unlu mamullerden olan kruvasan formülasyonuna ikame edilmiştir. Kara mürver suyu ikame oranı arttıkça, karbonhidrat değerleri arasında deskriptif farklılıklar oluştuğu görülürken, istatistiki olarak önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (da Silva ve ark., 2019).

Buğday unu yerine ikame edilen kara mürver meyve tozu ile üretilen bisküvilerdeki ikame oranının artması ile karbonhidrat değerlerinin azalması, kara mürverin buğday ununa göre daha düşük protein içermesine atfedilebilir. Ayrıca kara mürver meyvesinin diyet lif içeriğince bisküvilik undan daha zengin olmasının, bisküvilerin karbonhidrat değerlerinin azalmasına neden olduğu öngörülmektedir. Naknaen ve ark. (2016), sade bisküvilerin karbonhidrat açısından zengin olduğunu fakat diyet lif, mineral ve vitamin gibi bileşenlerce yoksun olduğunu belirtmişlerdir. Bisküvilik una berry meyvelerinin ikame edilmesinin, bisküvinin glisemik indeksini düşürdüğü ve içeriğinin zenginleştirilmesi açısından önemli bir fitokimyasal kaynağı olduğu bildirilmiştir (Taraseviciene ve ark., 2020).

#### 4.2.2.6. Enerji

Gıdalarda yer alan; karbonhidrat, protein ve yağ bileşenlerinin hepsi, enerjinin sağlanmasında katkıda bulunmaktadır. Bisküvi de her yaş grubu tarafından tüketilen ve enerji veren bir gıdadır (Alam ve ark., 2014; Ikoumola ve ark., 2017; Grewal, 2018). Bisküvi örneklerine ait enerji değerleri 441.58 ile 458.18 kkal/100 g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.14.). Koyuncu (2021), bisküviler üzerine yaptığı bir çalışmada, hünap ikameli bisküvilerin enerji değerlerinin 459.68 ile 462.02 kkal/100 g arasında değiştiğini belirtmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre bisküvi örneklerin enerji değerleri üzerinde farklı kurutma tekniklerinin istatistiki açıdan ( $p>0.05$ ) önemsiz etkide bulunmuş iken, kara mürver meyve tozu ikame oranları ise istatistiki açıdan ( $p<0.05$ ) önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.15.).

Çizelge 4.16.'da özetlenen Tukey HSD karşılaştırma test sonuçlarına göre kurutma tekniklerinin bisküvi örneklerinin enerji değerleri üzerinde istatistiksel açıdan önemli bir farklılık oluşturmadığı bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Artan ikame oranıyla bisküvilerin enerji değerlerinde ise artış gözlemlenmiştir.

Olçay (2019), kamkat meyve tozu ikameli bisküvilerinin ikame oranı artışına bağlı olarak enerji değerlerinin arttığını ama bazı oranlarda (% 10 ve % 20) enerji değerlerinin, referans kontrol grubundan daha düşük olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.16.'da verilen enerji değerleri incelendiğinde genel olarak, kara mürver meyve tozu ikamesi ile az bir miktarda olsa artmaların olduğu tespit edilmiştir. En düşük enerji değerlerinin kontrol grubu örneklerinde (449.42 kkal/100 g) tespit edilmiş iken en yüksek enerji değerlerinin ise % 20 ikameli örneklerinde (456.38 kkal/100 g) tespit edilmiştir. Bu artışın nedeninin ise bisküvilerde kara mürver meyve tozu ikame oranının artmasına bağlı olarak, örneklerin yağ miktarlarındaki artıştan kaynaklandığı söylenebilir. Çünkü yağ, zengin bir enerji kaynağı olarak bilinmektedir (Omeire ve Ohambele, 2010; Grewal, 2018). Bisküvi formülasyonuna bitkisel bir materyal olan kara mürver meyvesinin ilave edilmesi, bisküviyi diyet lif açısından zenginleştirerek karbonhidrat değerini düşürürken, enerji bakımından da iyileştirmiştir. Günümüzde ise sağlık için karbonhidratça zayıf, diyet lif bakımından ise zengin gıdalara eğilimler artmıştır (Stevenson ve ark., 2012; Ganorkar, 2014; Grewal, 2018). Arzu edilen bu istekler için kara mürver meyve tozu ikameli bisküviler alternatif bir ürün olarak düşünülebilir.

#### **4.2.2.7. Fenolik madde ve antioksidan aktivite**

Kara mürver meyve tozu ikameli bisküvi örneklerinin serbest, bağlı ve toplam fenolik madde miktarlarına ait analiz sonuçları Çizelge 4.17.'de, fenolik madde miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18.'de ve Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.19.'da verilmiştir.

Aynı bisküvi örneklerinin, antioksidan aktivitelerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.20.'de, yine bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21.'de ve Tukey HSD karşılaştırma test sonuçlarında Çizelge 4.22.'de özetlenmiştir.

##### **4.2.2.7.1. Serbest, bağlı ve toplam fenolik madde miktarı**

Fenolik bileşikler, beslenmemizde yer alan en aktif antioksidanlar olup fenolik bileşikler bakımından zengin gıdaların tüketilmesinin, insan vücudunda antioksidanların artmasına sebep olduğu belirtilmiştir (Shahidi ve Naczki, 1995; Vitali ve ark., 2009).

Meyvelerin fenolik içerikleri; meyve çeşidine, genetik çeşitliliğine, yetiştiği toprak özelliklerine, meyvenin olgunluğuna ve çevresel faktörlere göre değişmektedir (Fanzone ve ark., 2011; Cheng ve ark., 2015; Bustamante ve ark., 2017; Li ve ark., 2019). Fenolik bileşikler meyvelerde, serbest ve bağlı olarak iki formda bulunmaktadır. Serbest fenolik bileşikler insan vücudunda hızlıca emilerek yayılırken, bağlı formadaki fenolik bileşikler ise mide ve ince bağırsak yolu ile sindirilemeyip ancak serbest forma dönüştükten sonra kolona ulaşarak biyoaktivitelerini gerçekleştirmektedirler (Li ve ark., 2019).

Üretilen bisküvilerin serbest fenolik madde içeriklerinin 5.35 ile 10.90 g GAE/g arasında değiştiği görülmüştür. Bisküvilerin, bağlı fenolik ve toplam fenolik madde içeriklerinin ise sırasıyla 18.13 ile 28.73g GAE/g ve 23.49 ile 38.62 g GAE/g arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.17.).

Bora ve ark. (2019), goji berry meyvesini, farklı oranlarda (% 0, 10, 20, 30 ve 40) hem bisküviye hem de kek formülasyonuna ikame etmişlerdir. Üretilen örneklerin serbest fenolik madde miktarının ikame oranı artışına bağlı olarak arttığını ve serbest fenolik madde miktarlarının bisküviler için 2.0 ile 323.0 mg/g, kekler için ise 3.1 ile 301.0 mg/g arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Grewal (2018), şizandra üzümü ve goji berry meyvelerini % 2.5 oranlarında bisküvi formülasyonuna ikame ederek son ürünün besinsel içeriğini incelemiştir. Kontrol ve meyve ikameli bisküvi örneklerinin, toplam fenolik madde miktarlarının sırasıyla 12.8 mg GAE/40 g, 18.8 mg GAE/40 g olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.17.** Bisküvi örneklerinin serbest, bağlı ve toplam fenolik madde analiz sonuçları

Kurutma Tekniği	İkame Oran (%)	Serbest	Bağlı	Toplam
		(mg GAE/g)	(mg GAE/g)	(mg GAE/g)
Konveksiyonel Kurutma	0	5.35±0.51	18.13±0.52	23.49±1.03
	5	6.67±0.23	19.94±0.64	26.61±0.87
	10	7.98±0.10	24.26±0.96	32.24±0.86
	15	8.85±0.04	25.37±0.14	34.22±0.18
	20	10.90±0.10	26.46±0.55	37.35±0.56
Mikrodalga Kurutma	0	5.35±0.51	18.13±0.52	23.49±1.03
	5	6.99±0.64	19.86±0.17	26.85±0.47
	10	7.64±0.12	24.67±0.14	32.31±0.26
	15	8.71±0.12	25.33±0.09	34.04±0.03
	20	9.74±0.88	26.25±0.17	35.99±1.05
Vakum Kurutma	0	5.35±0.51	18.13±0.52	23.49±1.03
	5	7.03±0.43	20.33±2.87	27.36±2.44
	10	8.05±0.66	25.43±0.06	33.48±0.72
	15	9.03±0.06	26.33±0.64	35.36±0.58
	20	9.89±0.19	28.73±0.38	38.62±0.57

Çizelge 4.18.'de özetlenen bisküvilere ait varyans analiz sonuçlarına göre; serbest fenolik madde miktarları üzerinde, farklı kurutma tekniklerinin ( $p>0.05$ ) önemsiz olduğu ve kara mürver meyve tozu ikame oranlarının istatistiki açıdan ( $p<0.01$ ) önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bisküvi örneklerinin bağlı ve toplam fenolik madde içeriklerine ait varyans analiz sonuçları üzerinde ise; farklı kurutma tekniklerinin ( $p<0.05$ ) ve kara mürver meyve tozu ikame oranının ( $p<0.01$ ) istatistiki açıdan düzeyinde önemli etkide olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.18.** Bisküvi örneklerinin serbest, bağlı ve toplam fenolik madde analizlerine ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

VK	SD	Serbest		Bağlı		Toplam	
		KT	F	KT	F	KT	F
Kurutma Tekniği (A)	2	0.36	1.11ns	6.03	3.91*	7.01	3.62*
İkame Oranı (B)	4	81.38	123.80**	359.31	116.43**	769.40	198.81**
AxB	8	1.65	1.26ns	4.50	0.72ns	4.48	0.57ns
Hata	14	2.30		10.80		13.55	

<sup>1</sup>\* $p<0.05$  düzeyinde önemli,\*\* $p<0.01$  düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

Tukey HSD karşılaştırma test sonuçlarına (Çizelge 4.19.) göre farklı kurutma teknikleri ile kurutularak elde edilen kara mürver meyve tozlarıyla üretilen bisküvi örneklerinin, serbest fenolik madde miktarları arasında istatistiki olarak önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Ayrıca üretilen bisküvilerde kara mürver meyve tozu ikamesi arttıkça serbest fenolik madde miktarının arttığı ve en düşük miktarın kontrol bisküvi örneklerine (5.35 mg GAE/g) ait olduğu tespit edilmiştir.

Çekirdeksiz üzüm üzerine yapılan bir çalışmada, kurutma işlemi sonunda fenolik madde miktarının arttığı ve bunun nedeninin oluşan yeni bileşiklerden kaynaklandığı belirtilmiştir (Karacabey ve ark., 2020). Yapılan başka bir araştırmada ise gıdalara uygulanan ısıt işlemlerin, fenolik bileşikler üzerinde farklı etkilere neden olduğu ve bunun da fenolik bileşiklerin kompozisyonu ve türlerindeki farklılıklarından kaynaklandığı belirtilmiştir (Li ve ark., 2020).

Tukey HSD karşılaştırma test sonuçlarına (Çizelge 4.19.) göre vakum kurutma tekniği ile kurutulmuş elde edilen kara mürver meyve tozlarıyla üretilen bisküvi örneklerinin bağlı ve toplam fenolik madde miktarlarının diğer kurutma tekniklerine göre istatistiksel olarak daha yüksek değerler verdiği tespit edilmiştir. Vakum kurutma tekniğindeki bu etkinin kurutma sırasında ortamın oksijen seviyesinin düşük olması, ürünün fenolik madde miktarının korunmasına atfedilerek, diğer tekniklere göre bağlı ve toplam fenolik madde miktarını daha ön plana çıkardığı düşünülmüştür (Quispe-Fuentes ve ark., 2018).

**Çizelge 4.19.** Bisküvi örneklerinin serbest, bağlı ve toplam fenolik madde analizlerine ait Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

Faktör	n	Serbest (mg GAE/g)	Bağlı (mg GAE/g)	Toplam (mg GAE/g)
<b>Kurutma Tekniği</b>				
<b>KK</b>	5	7.95±0.19a	22.85±0.55b	30.78±0.70b
<b>MK</b>	5	7.68±0.45a	22.84±0.22b	30.53±0.57b
<b>VK</b>	5	7.87±0.37a	23.80±0.89a	31.67±1.07a
<b>İkame Oranı (%)</b>				
<b>0</b>	3	5.35±0.51e	18.13±0.52d	23.49±1.03e
<b>5</b>	3	6.89±0.43d	20.04±1.23c	26.93±1.26d
<b>10</b>	3	7.88±0.29c	24.79±0.39b	32.67±0.61c
<b>15</b>	3	8.86±0.07b	25.67±0.29ab	34.53±0.26b
<b>20</b>	3	10.17±0.39a	27.15±0.34a	37.32±0.73a

<sup>1</sup>Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05); KK: Konveksiyonel Kurutma; MK: Mikrodalga Kurutma; VK: Vakum Kurutma

Aynı zamanda kara mürver meyve tozunun, bisküvi formülasyonuna ikame edilme oranı arttıkça son ürünün hem bağlı hem de toplam fenolik madde miktarının arttığı tespit edilmiştir (p<0.05) (Çizelge 4.19.). Bağlı ve toplam fenolik madde miktarının serbest fenolik madde miktarına göre yüksek olması, muhtemelen ısıt işlemlerin (kurutma ve pişirme gibi) hücre duvarının bozulmasına neden olarak, ekstrakte edilebilir fenolik madde miktarını arttırmasına sebep olmasından kaynaklanmaktadır (Đorcevic ve ark., 2010; Baumgartner ve ark., 2018). Bir başka nedeni ise; yine ısıt işlem sonucunda Maillard reaksiyonu etkisiyle yeni fenolik bileşiklerinin oluşmasına atfedilebilir (Özkaya ve ark., 2017).

Pişirmenin, unlu mamullerdeki serbest ve bağlı fenolik madde üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada; ekmek örneklerinin fenolik madde miktarının pişirme işlemi ile önemli derecede etkilendiği, bisküvi ve kek örneklerinden daha yüksek miktarda fenolik madde içerdiği ve üretilen tüm bisküvi örneklerinin pişirme işlemi sonucunda serbest fenolik madde miktarlarının arttığı bildirilmiştir (Abdel-Aal ve Rabalski, 2013). Buğday rnlerinde yer alan ferulik asitin pişirme işlemi ile biyoyararlanımlığının etkilendiği ve kontrol bisküvi grubunun, siyez unu ile zenginleştirilen bisküvi örneklerine göre ferulik asit miktarının % 4 daha fazla olduğu belirtilmiştir. Bunlara ek olarak hem kontrol hem de siyez ikameli bisküvilerin serbest fenoliklerden olan sinapik ve vanilik asit miktarlarının da arttığı tespit edilmiştir (Anson ve ark., 2009; Hamill ve ark., 2009; El-Sayed ve ark., 2013).

El-Sayed ve ark. (2013), lutein ile zenginleştirilmiş bisküvilerin pişirme işlemi sonrasında kontrol ve lutein ikameli örneklerdeki bağlı fenolik madde miktarlarının sırasıyla % 11 ve % 12'lik bir artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca tüm bisküvi örneklerinde pişirme işlemi sonucunda bağlı fenoliklerden prokateşik asidin arttığı ama p-kumarik, hidroksibenzoik ve vanilik asitlerin ise azaldığı belirtilmiştir. Dolayısıyla bir değişimin oluştuğu ortaya çıkmıştır.

Meral ve ark. (2012), ekmek formülasyonuna, farklı ikame oranlarında (% 0, 1, 2 ve 3) karadut meyvesini ikame etmişlerdir. Üretilen ekmeklerin toplam fenolik madde miktarlarının 0.4 mg GAE/100 g ile 0.8 mg GAE/100 g arasında değiştiği ve en yüksek fenolik madde miktarının % 3 karadut ikameli ekmek örneklerinde olduğu belirtilmiştir. Ayrıca fenolik bileşiklerin kompleks yapılarından dolayı pişirme gibi ısıl işlemlerden olumlu ya da olumsuz bir şekilde etkilenmesinin, ekstraksiyon metoduna ve solventine, muhafaza koşullarına, üretim prosesine ve proses çeşitliliğine bağlı olduğu bildirilmiştir.

Farklı oranlarda (% 0, 5, 10 ve 20) siyah frenk üzümü ikameli bisküvi üzerine yapılan bir çalışmada, frenk üzümü ikame oranı arttığı bisküvi örneklerinde toplam fenolik madde miktarlarının arttığı belirtilmiştir. Siyah frenk üzümünün fenolik madde içeriğinin yüksek olması, ikame edilen bisküvilerin fenolik madde miktarlarının da artmasına neden olduğu bildirilmiştir (Mofasser Hossain ve ark., 2017).

Sonuç olarak; fenolik madde açısından zengin içerikli olan kara mürver meyvesinin farklı teknikler ile kurutulup bisküvi formülasyonuna ikame edilmesi ile; son örneklerin fenolik madde miktarını arttırdığı gözlemlenmiştir. Kara mürver meyvesinin kurutulması, bisküviye ikame edilip pişirilmesi gibi ısı işlemler esnasında, yeni bileşiklerin oluşması veya hücre duvarlarındaki bileşiklerin sıcaklık etkisiyle çözünür forma dönüşmesi gibi etkenlerin, son ürünün fenolik madde miktarının artmasına neden olduğu öngörülmüştür (Özkaya ve ark., 2017; Zhang ve ark., 2020). Kara mürverin birçok hastalığa karşı tedavi edici özelliğe sahip olması, zengin fenolik madde içeriğine atfedilmektedir. Bu zengin içeriği, kara mürver bitkisine değer katmaktadır (Pliszka, 2017). Aynı zamanda üretilen bisküvilerin de fenolik madde içeriği açısından kara mürver meyvesi ile zenginleştirilmesi sonucunda günümüzdeki fonksiyonel gıdalardan beklenen isteği karşılayabileceği düşünülmektedir.

#### **4.2.2.7.2. DPPH (2,2-difenil-1-picrylhydrazyl)**

Gıda maddelerinde oluşan oksidasyonlar, insan sağlığına zarar verebilecek istenmeyen maddelerin ve tatların oluşumuna neden olan reaksiyonlardır. Gıda endüstrisinde bu süreci engellemek veya geciktirmek için çeşitli antioksidanlar kullanılmaktadır (Brand-Williams ve ark., 1995). Meyve ve sebzelerde ise antioksidanlar doğal olarak yer almaktadır. Antioksidan, bazı metabolik faaliyetler esnasında oluşan ve hücrelerin yapısına saldırarak bozmaya çalışan serbest radikallerden hücreyi koruyan bir maddedir. Meyve ve sebzelerin antioksidan aktivitelerinin, üründe sorumlu olan antioksidan madde türüne ve miktarına bağlı olduğu belirtilmiştir (Özcan, 2018).

Üretimi gerçekleştirilen bisküvi örneklerinden elde edilen serbest ve bağlı ekstraktların DPPH antioksidan aktiviteleri sırasıyla 1.83 ile 2.17 mmol TE/100 g ve 42.50 ile 57.16 mmol TE/100 g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.20).

**Çizelge 4.20.** Bisküvi örneklerinin DPPH ve FRAP antioksidan aktivite sonuçları<sup>1</sup> (mmol TE/100 g)

Kurutma Tekniği	İkame Oran(%)	DPPH Antioksidan Aktivite		FRAP Antioksidan Aktivesi	
		Serbest (mmol TE/100 g)	Bağlı (mmol TE/100 g)	Serbest (mmol TE/100 g)	Bağlı (mmol TE/100 g)
Konveksiyonel Kurutma	0	1.83±0.01	42.50±0.50	0.11±0.01	3.55±0.08
	5	1.85±0.01	46.47±5.04	0.44±0.01	6.99±0.03
	10	1.91±0.04	49.50±0.76	0.79±0.02	7.99±0.49
	15	2.03±0.02	50.39±1.01	1.00±0.02	8.23±0.21
	20	2.17±0.05	53.77±0.25	1.50±0.03	13.51±0.36
Mikrodalga Kurutma	0	1.83±0.01	42.50±0.50	0.11±0.01	3.55±0.08
	5	1.85±0.04	48.88±0.88	0.49±0.07	6.43±0.02
	10	2.00±0.01	50.39±1.01	0.72±0.07	6.54±0.02
	15	2.04±0.01	54.75±1.89	1.06±0.13	10.21±0.12
	20	2.11±0.01	56.98±1.76	1.48±0.02	12.10±1.34
Vakum Kurutma	0	1.83±0.01	42.50±0.50	0.11±0.01	3.55±0.08
	5	1.92±0.05	50.39±2.52	0.50±0.08	4.52±0.13
	10	1.99±0.09	54.66±12.59	0.85±0.06	6.99±0.21
	15	1.99±0.01	55.91±6.30	1.11±0.14	10.32±1.19
	20	2.17±0.05	57.16±10.58	1.55±0.07	11.84±0.89

<sup>1</sup>Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05); BU: Buğday unu; KKKM: Konveksiyonel kurutulmuş kara mürver meyve tozu; MKKM: Mikrodalga kurutulmuş kara mürver meyve tozu; VKKM: Vakum kurutulmuş kara mürver meyve tozu.

Bisküvi örneklerine ait varyans analiz sonuçlarına (Çizelge 4.21.) göre hem serbest hem de bağlı ekstrakt DPPH antioksidan aktiviteleri üzerinde farklı kurutma tekniklerinin istatistiki açıdan (p>0.05) önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bisküvi üretiminde kullanılan kara mürver ikame oranı ise; hem serbest ekstrakt DPPH antioksidan aktivitesi (p<0.01) hem de bağlı ekstrakt DPPH antioksidan aktivitesi (p<0.05) üzerinde istatistiki olarak önemli etkide bulunmuştur.

**Çizelge 4.21.** Bisküvi örneklerinin DPPH ve FRAP antioksidan aktivitesine ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

VK	SD	DPPH Antioksidan Aktivite				FRAP Antioksidan Aktivesi			
		Serbest		Bağlı		Serbest		Bağlı	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kurutma Tekniği (A)	2	0.00	1.12ns	65.61	1.50ns	0.01	2.02ns	1.84	2.94ns
İkame Oranı (B)	4	0.37	72.60**	681.65	7.70*	6.87	393.33**	281.46	224.33**
AxB	8	0.02	2.09ns	28.86	0.16ns	0.01	0.56ns	15.83	6.30ns
Hata	14	0.01		306.85		0.06		4.39	

<sup>1</sup>\*p<0.05 düzeyinde önemli,\*\*p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

Çizelge 4.22.'de özetlenen Tukey HSD karşılaştırma test sonuçlarına göre kurutma tekniklerinin, bisküvi örneklerinin serbest ve bağlı ekstrakt DPPH antioksidan aktiviteleri üzerinde istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (p>0.05). Bisküvi örneklerinde kara mürver meyve tozu ikame oranı arttıkça, örneklerin serbest ekstraktlarının

DPPH antioksidan aktivitelerinde genel olarak arttığı belirlenmiştir. En düşük değerlerin kontrol ve % 5 ikame oranlarında tespit edilmişken; en yüksek oran % 20 ikamede tespit edilmiştir. Çizelge 4.22.'de sunulan bağlı ekstrakt DPPH antioksidan aktivitesi sonuçlarına göre; en düşük değerlerinin kontrol grubunda tespit edildiği belirlenmiştir. İkame oranında artışa gidilmiş bağlı ekstrakt DPPH antioksidan aktivitesi değerlerinin deskriptif olarak artmıştır.

**Çizelge 4.22.** Bisküvi örneklerinin DPPH ve FRAP antioksidan aktivite değerlerine ait Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup> (mmol TE/100 g)

Faktör	n	DPPH Antioksidan Aktivite		FRAP Antioksidan Aktivesi	
		Serbest (mmol TE/100 g)	Bağlı (mmol TE/100 g)	Serbest (mmol TE/100 g)	Bağlı (mmol TE/100 g)
<b>Kurutma Tekniği</b>					
<b>KK</b>	5	1.95±0.03a	48.47±1.51a	0.78±0.01a	8.05±0.23a
<b>MK</b>	5	1.96±0.02a	50.63±1.21a	0.77±0.06a	7.76±0.32a
<b>VK</b>	5	1.98±0.04a	52.06±6.50a	0.82±0.07a	7.44±0.50a
<b>İkame Oranı(%)</b>					
<b>0</b>	3	1.83±0.01c	42.19±0.50b	0.11±0.01e	3.55±0.88e
<b>5</b>	3	1.87±0.03c	48.58±2.81ab	0.48±0.05d	5.98±0.06d
<b>10</b>	3	1.96±0.05b	51.51±4.78a	0.78±0.05c	7.16±0.24c
<b>15</b>	3	2.02±0.01b	53.68±3.06a	1.05±0.10b	9.59±0.51b
<b>20</b>	3	2.14±0.04a	55.97±4.20a	1.50±0.04a	12.48±0.86a

<sup>1</sup>Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05); KK: Konveksiyonel Kurutma; MK: Mikrodalga Kurutma; VK: Vakum Kurutma

Mofasser Hossain ve ark. (2017), frenk üzümünü farklı oranlarda (% 0, 5, 10 ve 15) bisküvi formülasyonuna ikame ederek besinsel içeriğini incelemişlerdir. Kontrol grubuna göre frenk üzümü ikameli bisküvilerin antioksidan kapasitelerinin yüksek olduğu ve bunun nedeninin ise frenk üzümünün, buğday ununa göre daha yüksek miktarda fenolik madde içerdiğine atfedilmiştir. Bisküvi örneklerinin DPPH antioksidan aktivitelerini, ikame artışına göre sırasıyla 0.53, 1.43, 2.30 ve 3.29 mmol TE/g olarak tespit ettikleri bildirilmiştir. Formülasyona ikame edilen frenk üzümünün toplam fenolik madde içeriğine bağlı olarak son ürünün DPPH antioksidan aktivitesini arttırdığı belirtilmiştir.

Ning ve ark. (2020), mor çarkıfelek meyvesini % 0, 3, 6 ve 9 ikame oranlarında bisküvi formülasyonuna ikame etmişlerdir. Besin içeriğini iyileştirmenin amaçlandığı bu çalışmada, çarkıfelek meyve tozu ikameli bisküvi örneklerinin, DPPH radikal süpürme aktivitelerinin, ikame artışına bağlı olarak sırasıyla % 21.5, % 29.4, % 37.2 ve % 46.8 olarak bir artış gösterdiği tespit edilmiştir. Mor çarkıfelek meyvesinin, bisküvilerde artan antioksidan aktivite üzerinde önemli bir etkisi olduğu ve ayrıca örneklerin pişirme işlemi esnasında meydana gelen maillard reaksiyonun, yeni bileşik artışının da bir başka nedeni olabileceği belirtilmiştir.

Başka bir çalışmada ise farklı ikame oranlarında (% 0, 1, 3 ve 5) kiraz meyve tozu, ekmeğe ikame edilerek antioksidan özellikleri incelenmiştir. Ekmek örneklerinin DPPH radikal süpürme aktivitesinin, kiraz meyve tozu ikame oranındaki artışa bağlı olarak arttığı ve % 3 ikameli örneklerin hem genel olarak hem de duyuşal değerlendirme açısından kabul edilebilir olduğu belirtilmiştir (Yoon ve ark., 2010).

Elde edilen tüm sonuçlara göre; kara mürver meyve tozu ikame artışı ile bisküvi örneklerinin DPPH antioksidan aktivelerinin arttığı belirlenmiştir. Bisküvi örneklerinin antioksidan aktivite artışı, kara mürver meyvesinin sahip olduğu zengin fenolik madde içeriğine atfedilebilir (Fazio ve ark., 2012; Pliszka, 2017; Dominguez ve ark., 2020). Zira gıdalardaki fenolik maddelerin yine gıdaların antioksidan aktiviteleri ile arasında pozitif bir ilişki olduğu belirtilmiştir (Santast ve ark., 2010). Ayrıca literatürdeki çalışmalarda, kara mürver meyvesine benzer meyvelerin (yaban mersini, ahududu, fren üzümü, böğürtlen gibi) antioksidan aktivitelerinin yüksek olduğu görülmüştür (Alyoub ve ark., 2016; Kim ve ark., 2018). Kara mürver meyvesinin fenolik içeriğine bağlı olarak antioksidan aktivitesinin yüksek olması, kara mürver meyvesinin bisküvi formülasyonuna ikame edilmesi sonucunda, bisküvi örneklerinin antioksidan aktivitesinin artması öngörülen bir sonuçtur.

#### **4.2.2.7.3. FRAP (Ferrik Azaltıcı Antioksidan Gücü)**

FRAP, demir (III) indirgenme kapasitesi ile hidrofilik, lipofilik ve toplam antioksidan miktarlarının elde edilmesinde kullanılan bir yöntemdir (Büyüktuncel, 2013; Okan ve ark., 2013). Bisküvi örneklerinin serbest ekstrakt FRAP antioksidan aktiviteleri 0.11 ile 1.55 mmol TE/100 g arasında ve bağlı ekstrakt FRAP antioksidan aktiviteleri ise 3.55 ile 13.51 mmol TE/100 g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.20.).

Çizelge 4.21’de özetlenen bisküvi örneklerine ait varyans analiz sonuçlarına göre serbest ve bağlı ekstraktların FRAP antioksidan aktiviteleri üzerinde farklı kurutma tekniklerinin istatistiki açıdan ( $p>0.05$ ) önemli etkide olmadığı tespit edilmiştir. Bisküvi örneklerinin serbest ve bağlı ekstraktlarının FRAP antioksidan aktiviteleri üzerinde kara mürver meyve tozu ikame oranının istatistiki açıdan ( $p<0.01$ ) önemli etkide bulunduğu belirlenmiştir.

Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçlarına (Çizelge 4.22) göre farklı kurutma teknikleri ile kurutulmuş elde edilen kara mürver meyve tozu ikameli bisküvi örneklerinde, serbest ve bağlı ekstraktların FRAP antioksidan aktivite değerleri istatistiki açıdan fark olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Bisküvi örneklerinin (Çizelge 4.23) kara mürver meyve tozu ikame oranı arttıkça serbest ve bağlı ekstraktların FRAP antioksidan aktivite değerleri arttığı bu artışın istatistiksel olarak da önemli olduğu görülmüştür ( $p<0.01$ ). En düşük değerler kontrol örneklerinde tespit edilmişken, bunu sırasıyla % 5, % 10 ve % 15 ikameli oranları takip etmiştir. En yüksek değerleri ise % 20 ikame oranları vermiştir.

Bustos ve ark. (2020), makarna formülasyonuna farklı oranlarda (% 0, % 2.5 ve % 7.5) böğürtlen, frenk üzümü ve ahududu meyvelerini ikame ederek FRAP antioksidan aktivitelerini incelemişlerdir. Örnekler arasında en yüksek antioksidan aktivite değerleri, % 7.5 ikame oranlı makarnalarda iken bu değerlerin arasında ise böğürtlen meyveli makarnaların en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada da, ekmek formülasyonuna frenk üzümü ve kuş üzümü polifenollerinin eklenmesi sonucunda, ekmeklerin hem ekstrakte edilebilir polifenol içeriği hem de antioksidan aktivitelerinin arttığı bildirilmiştir (Sivam ve ark., 2012).

Sonuç olarak; kara mürver meyve tozu ikameli bisküvi örneklerinin, ikame oranı artışına bağlı olarak hem serbest ekstrakt hem de bağlı ekstrakt FRAP antioksidan aktivitelerinin arttığı, kurutma tekniklerinin ise bir değişiklik yansıtmadığı belirlenmiştir. İkame ile gerçekleşen artışın nedeni ise, buğday ununa göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olan kara mürver meyvesinden kaynaklanmaktadır. Kara mürver meyvesinin yüksek antioksidan aktivitesi ise içerdiği baskın antosiyanin ve diğer fenolik bileşiklere atfedilmektedir (Fazio ve ark., 2012; Pliszka, 2017; Dominguez ve ark., 2020).

### 4.2.3. Duyusal analiz sonuçları

Gıda kalite kontrollerinde, enstrümantal analiz tekniklerinin yanı sıra duyusal değerlendirilmenin de önemli olduğu bilinmektedir. Duyusal değerlendirme gıdanın yeme kalitesiyle alakalı olup gıdaların karakteristiklerini, görme, tatma, koklama ve dokunma gibi duyuların tepkilerine göre analiz edilen veya yorumlanan bir disiplin olarak tanımlanmaktadır. Bir gıdanın kabul edilebilirliği veya reddedilmesi, duyu organları tarafından gerçekleştirilerek duyusal özellikler ile belirlenmektedir. Ayrıca gıdanın duyusal özellikleri hem tüketici için hem de üretici için önemli bir faktördür (Anonim, 2012).

Kara mürver ikameli bisküvi örneklerinin duyusal değerlendirilmesi, panelistler tarafından 1 (kötü) ile 5 (oldukça iyi) puan arasında belirlenmiştir. Bisküvi örneklerine ait duyusal değerlendirme sonuçları Çizelge 4.20.'de özetlenmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin ortalama puanlama değerleri renk 3.13, koku 3.23, tat 3.47, görünüş 3.30, gevreklik 3.87 ve genel beğeni ise 3.51 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.23. Bisküvi örneklerinin duyusal değerlendirme sonuçları

Kurutma Tekniği	İkame Oranı	Renk (1-5)	Koku (1-5)	Tat (1-5)	Görünüş (1-5)	Gevreklik (1-5)	Genel Beğeni (1-5)
Konveksiyonel Kurutma	% 0	4.00	4.00	4.40	4.05	3.90	4.35
	% 5	1.90	3.15	3.40	2.00	3.80	2.95
	% 10	2.90	3.00	3.20	3.15	3.80	3.15
	% 15	3.70	2.75	3.20	3.90	3.80	3.65
	% 20	3.60	2.50	2.65	3.50	3.50	2.95
Mikrodalga Kurutma	% 0	4.00	4.00	4.40	4.05	3.90	4.35
	% 5	1.80	3.40	3.70	2.30	3.90	3.15
	% 10	2.35	3.30	3.45	2.85	3.80	3.25
	% 15	3.40	3.10	3.05	3.55	4.30	3.40
	% 20	3.85	3.05	2.80	4.00	4.00	3.50
Vakum Kurutma	% 0	4.00	4.00	4.40	4.05	3.90	4.35
	% 5	1.90	3.40	3.80	2.45	3.80	3.50
	% 10	3.15	3.15	3.80	3.25	3.90	3.75
	% 15	3.65	3.10	3.10	3.50	3.80	3.60
	% 20	2.85	2.60	2.70	2.95	3.95	2.80
<b>Ortalama</b>		3.13	3.23	3.47	3.30	3.87	3.51

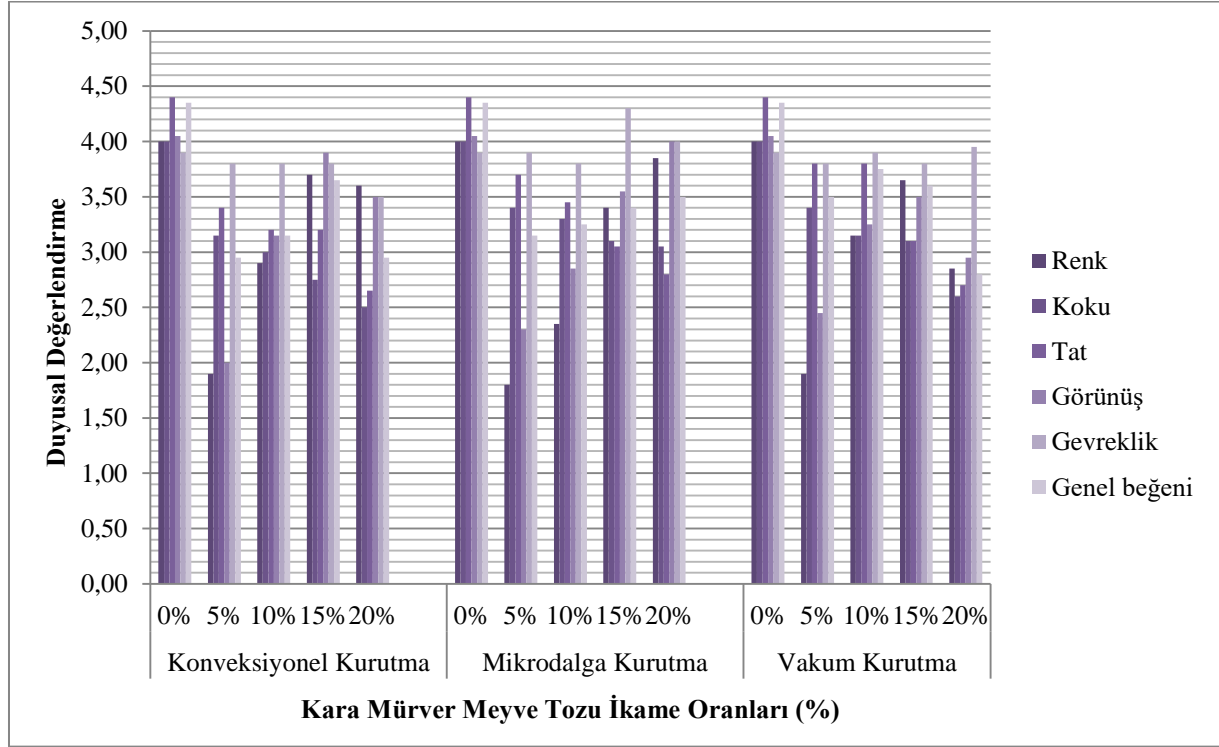
Kara mürver meyve tozu ikameli bisküvi örnekleri arasında bir değerlendirme yapılacak olursa;

- En iyi renk değerleri, mikrodalga kurutma tekniği uygulanarak elde edilen % 20 kara mürver meyve tozu ikameli örneklerde,

- En iyi koku değerleri, mikrodalga veya vakum kurutma tekniği uygulanarak elde edilen % 5 kara mürver meyve tozunun ikameli örneklerde,

- En iyi tat değerleri, vakum kurutma tekniği uygulanarak elde edilen % 5 veya % 10 kara mürver meyve tozunun ikameli örneklerde,

- En iyi görünüş değerleri, konveksiyonel kurutma tekniği uygulanarak elde edilen % 15 kara mürver meyve tozunun ikameli örneklerde,
- En iyi gevreklik değerleri, mikrodalga kurutma tekniği uygulanarak elde edilen % 15 kara mürver meyve tozunun ikameli örneklerde,
- En iyi genel beğeni ise vakum kurutma tekniği uygulanarak elde edilen % 10 kara mürver meyve tozunun ikameli örneklerinde tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Kara mürver meyve tozu bisküviye ikame oranlarının duysal değerlendirilmesi

Genel olarak tüm kriterlerin değerlendirilmesi sonucunda en beğenilen örneklerin mikrodalga ve vakum kurutmaya elde edilen kara mürver meyve tozu ikameli bisküviler olduğu görülmüştür. Konveksiyonel kurutma tekniği uygulanmış kara mürver meyve tozu ikame edilmiş örneklerin daha düşük duysal panel puanlama değerlendirme aldığı tespit edilmiştir. Genel olarak kontrol grubuna göre duysal değerlendirme puan değerleri düşmüştür. Yapılan bir çalışmada, konveksiyonel, mikrodalga ve vakum kurutma ile kurutulan kamkat meyveleri farklı oranlarda bisküvi formülasyonuna ikame edilmiştir. Üretilen bisküvi örneklerinin duysal değerlendirmesi sonucunda en çok beğeni alan örneklerin vakum kurutma ile kurutulan kamkat tozu ikameli bisküvi örneklerinde olduğu ve en az beğeni alan örneklerin ise konveksiyonel kurutma ile elde edilen kamkat meyve tozu ikameli bisküvi örneklerine ait olduğu belirtilmiştir (Olçay ve Demir, 2020). Bu literatür sonuçları bizim panel değerlendirme verilerimizi destekler niteliktedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kara mürver (*Sambucus nigra*) meyvesi, 3 farklı (konveksiyonel, mikrodalga ve vakum) kurutma tekniği kullanılarak kurutulmuş ve ardından öğütülmüş olup, bu kurutulmuş meyve tozlarında % 0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında bisküvi üretiminde ikame olarak kullanılmıştır. Üretilen bu bisküvi örneklerinde fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri açısından, kara mürver meyve tozunun bisküvi üretiminde kullanım imkânları araştırılmıştır.

### 5.1. Sonuçlar

Bisküvi örneklerine kurutma tekniklerinin etkisini incelediğimizde;

- Üretilen bisküvi örneklerinde, en yüksek renk değerleri  $L^*$  için mikrodalga kurutma,  $a^*$  için mikrodalga ile konveksiyonel kurutma ve  $b^*$  için ise konveksiyonel kurutma tekniklerinde elde edilmiştir. Örneklerin en düşük renk değerleri ise  $L^*$  ve  $a^*$  için konveksiyonel kurutma,  $b^*$  için ise vakum altında kurutma tekniğinde elde edildiği gözlemlenmiştir.
- Üretimi gerçekleşen bisküvi örneklerinin, en yüksek çap ve yayılma oranları vakum altında kurutma tekniğinde elde edilmişken, en düşük değerler ise konveksiyonel kurutma tekniğinde gözlemlenmiştir. Bisküvi örneklerinin kalınlık değerleri ise farklı kurutma tekniklerinde deskriptif olarak farklı iken istatistiki olarak bir farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ).
- Bisküvi örneklerinde, sertlik ve kırılgenlik değerlerinin istatistiki olarak ( $p<0.05$ ) düzeyde etkilendiği tespit edilmiştir.
- Bisküvi örneklerinde; nem, ham yağ, ham protein, kül, karbonhidrat ve enerji değerlerinin farklı kurutma tekniklerinde istatistiki olarak bir farklılık olmadığı ( $p>0.05$ ) belirlenmiştir.
- Üretilen bisküvilerde, serbest fenolik madde miktarının farklı kurutma tekniklerinden etkilenmediği ama bağı ve toplam fenolik madde miktarlarının ise en yüksek değerlerinin vakum altında kurutma tekniği ile elde edildiği belirlenmiştir. Vakum altında kurutma tekniği düşük sıcaklıklarda ve oksijensiz ortamda gerçekleştirilen bir teknik olup, diğer sıcak havayla kurutma tekniklerine göre ürünün uçucu bileşiklerini ve lezzetini koruyarak gıdaların oksidasyona uğraması önlenmektedir.

- Bisküvi örneklerinin, serbest ve bağlı ekstraktların hem DPPH hem de FRAP antioksidan aktivitelerinin farklı kurutma tekniklerinden etkilenmediği tespit edilmiştir.

Bisküvi örneklerine ikame oranlarının etkisini inceledüğümüzde;

- Üretilen bisküvi örneklerinde, renk ( $L^*$  ve  $b^*$ ) değerlerinin kara mürver meyve tozu ikame artışına bağlı olarak azaldığı, renk ( $a^*$ ) değerlerinin ise arttığı gözlemlenmiştir.
- Kara mürver meyve tozu ikamesi ile bisküvi örneklerinde, çap ve yayılma oranı değerleri artarken, kalınlık değerlerinin ise azaldığı tespit edilmiştir.
- Bisküvi örneklerinde, kara mürver meyve tozu ikamesi sonucunda sertlik değerleri artış gösterirken kırılmalık değerleri azalmıştır.
- Üretimi gerçekleştirilen bisküvilerin, kimyasal özellikleri incelendiğinde; kara mürver meyve tozu ikamesiyle; nem, ham yağ, karbonhidrat ve enerji değerleri, deskriptif olarak farklılıklara sahipken istatistiki olarak bir farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ). Bisküvi örneklerinin, kara mürver meyve tozu ikame artışına bağlı olarak kül değerleri artarken, ham protein değerleri ise azalmıştır.
- Üretilen bisküvilerde, kara mürver meyve tozu ikame oranı artışıyla; serbest, bağlı ve toplam fenolik madde miktarlarının arttığı tespit edilmiştir.
- Bisküvi örneklerinin, kara mürver meyve tozu ikame oranı artışı ile serbest ve bağlı ekstraktların DPPH antioksidan aktivitelerinde deskriptif bir artış gözlemlenirken; FRAP antioksidan aktivitelerinde ise istatistiki olarak farklılık göstererek bir artış olduğu tespit edilmiştir.
- Bisküvilerin duyusal analiz sonuçlarında ise genel olarak, vakum kurutma tekniği ile elde edilen % 10 kara mürver meyve tozu ikameli bisküvi örneklerinin beğenildiği gözlemlenmiştir.

## 5.2. Öneriler

Son zamanlarda adı sıklıkla duyulan kara mürver meyvesinin, antioksidan ve fenolik bileşikler bakımından zengin olması nedeniyle fonksiyonel özelliği öne çıkmaktadır. Günlük hayatta öğün aralarında sıklıkla tüketilen bisküvinin, kara mürver meyve tozu ile zenginleştirilerek son ürünün fonksiyonel özelliğe sahip olabileceği önerilmektedir. Vakum kurutma tekniği kurutulan kara mürver meyvesinin besinsel içeriği, diğer kurutma tekniklerine kıyasla daha iyi korunduğu için kara mürver meyve tozu üretiminde vakumlu kurutma alternatif olarak kullanılabilir. Ayrıca bu çalışmadan yola çıkılarak kara mürver meyvesinin diğer gıda ürünleriyle beraber kullanılmasının, son ürüne fonksiyonel özellik kazandıracağı öngörülmektedir.



## KAYNAKLAR

- AACC, 1990, American Association of Cereal Chemists, U.S.A.
- AbdeL-Aal, E.S.M. and Rabalski, I., 2013, Effect of baking on free and bound phenolic acids in wholegrain bakery products, *Journal of Cereal Science*, 57, 312-318.
- Abuja, P.M., Murkovic, M. and Pfannhauser, W., 1998, Antioxidant and Prooxidant Activities of Elderberry (*Sambucus nigra*) Extract in Low-density Lipoprotein Oxidation, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 4091-4096.
- Acun, S. and Gül, H., 2014, Effects of grape pomace and grape seed flours on cookie quality, *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 6(1), 81-88.
- Acun, S., 2011, Şarap işletmeleri atığı olan üzüm posasının ve üzüm çekirdeğinin bisküvi kalitesi üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta.
- Adeola, A.A. and Ohizua, E. R., 2018, Physical, chemical, and sensory properties of biscuits prepared from flour blends of unripe cooking banana, pigeon pea, and sweet potato, *Food Science & Nutrition*, 6, 532-540.
- Ağalar, H.G, 2019, Elderberry (*Sambucus Nigra* L.), In Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements, *Academic Press*, 211-215.
- Ahlborn, G.J., Pike, O.A., Hendrix, S.B., Hess, W.M. and Huber, C.S., 2005, Sensory, mechanical and microscopic evaluation of staling in low-protein and gluten free breads. *Cereal Chemistry*, 82 (3), 328-335.
- Aksoylu, Z., Çağındı, Ö. and Köse, E., 2015, Effects of blueberry, grape seed powder and poppy seed incorporation on physicochemical and sensory properties of biscuit, *Journal of Food Quality*, 38, 164-174.
- Aksoylu, Z., Çağındı, Ö. ve Köse, E., 2012, Bisküvinin fonksiyonel bileşenlerce zenginleştirilmesi, *Akademik Gıda Dergisi*, 10(3), 70-78.
- Alam, A.M., Alam, J.M., Hakim, A.M., Huq, A.K.O. and Moktadir, S.M.G., 2014, Development of fiber enriched herbal biscuits: A preliminary study on sensory evaluation and chemical composition, *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 3(4), 246-250.
- Alibaş, İ. and Köksal, N., 2014, Convective, vacuum and microwave drying kinetics of mallow leaves and comparison of color and ascorbic acid values of three drying methods, *Food Science and Technology*, 34 (2), 358-364.

- Alibaş, İ. ve Köksal, N., 2017, Böğürtlenin mikrodalga ve sıcak hava ile kurutulması ve kurutmanın renk ve askorbik asit içeriği üzerine etkisinin belirlenmesi, *Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 46 (1), 53-62.
- Allen, D.E. and Hatfield, G., 2004, *Medicinal plants in folk tradition: An ethnobotany of Britain and Ireland*, Timber Press, Portland.
- Alpınar, K., 2015, Zeytinburnu tıbbi bitkiler bahçesi, *Zeytinburnu Belediyesi Kültür Yayınları*, 35, 348-349.
- Alyoub, M., de Camargo, A.C. and Shahidi, F., 2016, Antioxidants and bioactivities of free, esterified and insoluble-bound phenolics from berry seed meals, *Food Chemistry*, 197, 221-232.
- Anonim, 2010, Bisküvi Standardı TS 2383, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Anonim, 2012, Duyusal Test Teknikleri, *Gıda Teknolojisi*, MEGEP.
- Anonim, 2019, Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması, Ankara, 41.
- Anson, N.M., van den Berg, R., Havenaar, R., Bast, A. and Haenen, G.R.M.M., 2009, Bioavailability of ferulic acid is determined by its bioaccessibility, *Journal of Cereal Science*, 49, 296-300.
- Antolak, H., Czyzowska, A. and Krengiel, D., 2017, Antibacterial and antiadhesive activities of extracts from edible plants against soft drink spoilage by *Asaia* spp., *Journal of Food Protection*, 80 (1), 25-34.
- Antolovich, M., Prenzler, P., Robards, K. and Ryan, D., 2000, Sample preparation in the determination of phenolic compounds in fruits, *Journal of Analyst*, 125 (5), 989-1009.
- Appenteng, M.K., Krueger, R., Johnson, M.C., Ingold, H., Bell, R., Thomas, A.L. and Greenlief, C.M., 2021, Cyanogenic glycoside analysis in american elderberry, *Molecules*, 26, 1384.
- Arepally, D., Reddy, R.S., Goswami, T.K. and Data, A.K., 2020, Biscuit baking: A review, *Food Science and Technology*, 131, 109726.
- Arslanoğlu, Ş.F., Sert, S. ve Özdemir, M., 2020, Anadolu coğrafyasında yayılış gösteren *Sambucus nigra* ve *Sambucus ebulus*'un tıbbi bitki olarak önemi, Haziran-Temmuz 2019, 58-62.
- Atkinson, M.D. and Atkinson, E., 2002, *Sambucus nigra* L., *Journal of Ecology*, 90, 895-923.
- Aydın, E., 2014, Balkabağı (*Cucurbita moschata*) Unu katkısının bisküvinin antioksidan aktivite ve besinsel kalitesine etkileri, Doktora Tezi, *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.
- Bajaj, S., Urooj, A. and Prabhasankar, P., 2006, Effect of incorporation of mint on texture, colour and sensory parameters of biscuits, *International Journal of Food Properties*, 9, 691-700.
- Bajer, T., Bajerova, P. and Ventura, K., 2017, Effect of harvest and drying on composition of volatile profile of elderflowers (*Sambucus nigra*) from wild, *Natural Product Communication*, 12 (12).
- Balbay, A., Sahin, Ö., Karabatak, M. and 2011, An investigation of drying process of shelled pistachio in a newly designed fixed bed dryer system by using artificial neural network, *Drying Technology*, 29, 1685-1696.
- Baltacıoğlu, C. ve Ülker, N., 2017, Tam kabak (*Cucurbita pepo* L.) tozunun bisküvinin kalite kriterleri üzerine etkisinin incelenmesi, *Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknolojisi Dergisi*, 5 (11), 1439-1445.
- Barbieri, L., Ciani, M., Girbes, T., Liu, W.Y., Van Damme, E.J., Peumans, W.J. and Stirpe, F., 2004, Enzymatic activity of toxic and non-toxic type 2 ribosome-inactivating proteins, *FEBS Letters*, 563, 219-222.
- Barnes, J., Anderson, L A. and Phillipson, J.D., 2007, Herbal medicines, *Pharmaceutical Press*, London.
- Baublis, A.J., Clydesdale, F.M. and Decker, E.A., 2000, Antioxidants in wheat-based breakfast cereals, *Cereals Foods World*, 45, 71-74.
- Baumgartner, B., 2018, Mikrofludizasyon ve mekanik öğütme uygulanmış bulgur ve nohut kepeğinin ekmeğin fonksiyonel özellikleri ve kalitesi üzerine etkisi, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Baumgartner, B., Özkaya, B., Saka, I. and Özkaya H., 2018, Functional and physical properties of cookies enriched with dephytinized oat bran, *Journal of Cereal Science*, 80, 24-30.
- Baytop, T., 1999, Türkiyede bitkilerle tedavi, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.
- Bergner, P., 1996, Elderberry (*Sambucus nigra, canadensis*), *Medical Herbalism*, 8(4), 11-12.
- Bermúdez-Soto, M.J. and Tomás-Barberán, F.A., 2004, Evaluation of commercial red fruit juice concentrates as ingredients for antioxidant functional juices, *European Food Research and Technology*, 219, 133-141.
- Blumenthal, M., 1996, The complete german commission e monographs, Austin, Texas: American Botanical Council.

- Bolarinwa, I.F., Orfila, C. and Morgan, M.R., 2015, Determination of amygdalin in apple seeds, fresh apples and processed apple juices, *Food Chemistry*, 170, 437-442.
- Bolli, R., 1994, Revision of the genus *Sambucus*, *Dissertationes Botanicae* 223,1-227.
- Bora, P., Ragae, S. and Abdel-Aal, S.M., 2019, Effect of incorporation of goji berry by-product on biochemical, physical and sensory properties of selected bakery products, *Food Science and Technology*, 112, 108225.
- Bozyiğit, S. ve Kılınç, G., 2019, tüketicilerin sağlıklı gıda algıları ve tüketim davranışları: keşifsel bir çalışma, *The Journal of Social Sciences Institute*, 45, 201-229.
- Bölek, S., 2020, Olive stone powder: A potential source of fiber and antioxidant and its effect on the rheological characteristics of biscuit dough and quality, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 64, 102423.
- Brauch, J.E., Buchweitz, M., Schweiggert, R.M. and Carle, R., 2016, Detailed analyses of fresh and dried maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) berries and juice, *Food Chemistry*, 190, 308-316.
- Brennan, C.S. and Samyue, E., 2004, Evaluation of starch degradation and textural characteristics of dietary fiber enriched biscuits, *International Journal of Food Properties*, 7 (3)647–657.
- Bulut, Y., 2006, Manavgat (Antalya) yöresinin faydalı bitkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta.
- Burrows, G.E. and Tyrl, R.J., 2013, Toxic plants of north america, John Wiley and Sons Publishing, Ames, 1381.
- Bustamante, L., Sáez, V., Hinrichsen, P., Castro, M.H., Vergara, C., von Baer, D. and Mardones, C., 2017, Differences in *vvaegt* and *vmyba1* gene expression levels and phenolic composition in table grape (*vitis vinifera* L.) red globe and its somaclonal variant pink globe, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65, 2793-2804.
- Bustos, M.C., Vignola, M.B., Paesani, C. and Leon, A.E., 2020, Berry fruits-enriched pasta: effect of processing and in vitro digestion on phenolics and its antioxidant activity, bioaccessibility and potential bioavailability, *International Journal of Food Science and Technology*, 55, 2104-2112.
- Büyüktuncel, S.E., 2013, Toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite tayininde kullanılan başlıca spektrofotometrik yöntemler, *Marmara Pharmaceutical Journal*, 2 (17), 93-103.
- Byers, P.L., Thomas, A.L. and Gold, M.A., 2014, Growing and marketing elderberries in missouri. *Agroforestry in Action University of Missouri Center for Agroforestry*, AF10161–12.

- Casati, C.B., Sánchez, V. and Baeza, R., 2012, Relationships between colour parameters, phenolic content and sensory changes of processed blueberry, elderberry and blackcurrant commercial juices international, *Journal of Food Science & technology*, 47 (8), 1728-1736.
- Cemeroğlu, B.S., 2018, Meyve ve sebze işleme teknolojisi, *AC Yayınları*, Ankara.
- Cemeroğlu, B.ve Acar, J., 1986, Meyve ve sebze işleme teknolojisi, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, Ankara.
- Charlebois, D., Byers, L.P., Finn, C.E. and Thomas, A.L., 2010, Elderberry: botany, horticulture, Potential, *Horticultural Reviews*, 37, 213-280.
- Chauhan, A.K.S. and Srivastava, A.K., 2009, Optimizing drying conditions for vacuum assisted microwave drying of Green Peas (*Pisum sativum L.*), *Drying Technology*, 27 (6), 761-769.
- Chen, C., Zuckerman, D.M., Brantley, S., Sharpe, M., Childress, K., Hoiczky, E. and Pendleton, A.R., 2014, *Sambucus nigra* extracts inhibit infectious bronchitis virus at an early point during replication, *BMC Veterinary Research*, 10, 24.
- Cheng, G., Fa, J.Q., Xi, Z.M. and Zhang, Z.W., 2015, Research on the quality of the wine grapes in corridor area of china, *Food Science and Technology*, 35, 38-44.
- Chevallier, S., Colonna, P. and Lourdin, D., 2000, Contribution of major ingredients during baking of biscuit dough systems, *Journal of Cereal Science*, 31(3), 241-252.
- Chua, K.J., Mujumdar, A.S., Hawlader, M.N.A., Chou, S.K. and Ho, J.C., 2001, batch drying of banana pieces effect of stepwise change in drying air temperature on drying kinetics and product colour, *Food Research International*, 34 (8), 721-731.
- Chung, H.J., Cho, A. and Lim, S.T., 2014, Utilization of germinated and heat-moisture treated brown rices in sugar-snap cookies, *Food Science and Technology*, 57, 260-266.
- Ciocioiu, M., Badescu, L., Badulescu, O., Tutunaru, D. and Badescu, M., 2012, Protective intervention of *Sambucus Nigra* polyphenols in the diabetic heart, *Annals of RSCB*, 17 (580) 312-317.
- Ciocioiu, M., Mirón, A., Mares, L., Tutunaru, D., Pohaci, C., Groza, M. and Badescu, M., 2009, The effects of *Sambucus Nigra* polyphenols on oxidative stress and metabolic disorders in experimental diabetes mellitus, *Journal of Physiology and Biochemistry*, 65, 297-304.
- Cirlini, M., Ricci, A., Galaverna, G. and Lazzi, C., 2019, Application of lactic acid fermentation to elderberry juice: changes in acidic and glucidic fractions, *Food Science and Technology*, 118 (2020), 108779.

- Citores, L., de Benito, F.M., Iglesias, R., Ferreras, J.M., Argüeso, P., Jiménez, P., Testera, A., Camafeita, E., Méndez, E. and Girbés, T., 1997, Characterization of a new non-toxic two-chain ribosome-inactivating protein and a structurally-related lectin from rhizomes of dwarf elder (*Sambucus ebulus* L.), *Cellular and Molecular Biology*, 43, 485-499.
- Citores, L., Iglesias, R., Muñoz, R., Ferreras, J.M., Jimenez, P. and Girbes, T., 1994, Elderberry (*Sambucus nigra* L.) seed proteins inhibit protein synthesis and display strong immunoreactivity with rabbit polyclonal antibodies raised against the type 2 ribosome-inactivating protein nigrin b, *Journal of Experimental Botany*, 45, 513-516.
- Contreras, C., Martín-Esparza, M.E., Chiralt, A. and Martínez-Navarrete, N., 2008, Influence of microwave application on convective drying: effects on drying kinetics, And Optical And Mechanical Properties Of Apple And Strawberry, *Journal of Food Engineering*, 88 (1), 55-64.
- Corrado, G., Bovi, D.P., Ciliento, R., Gaudio, L., Di Maro, A., Aceto, S., Lorito, M. and Rao, R., 2005, Inducible expression of a *phytolacca heterotepala* ribosome- inactivating protein leads to enhanced resistance against major fungal pathogens in tobacco, *The American Phytopathological Society*, 95 (2), 206-215.
- Costică, N., Stratu, A., Boz, I. and Gille, E., 2019, Characteristics of elderberry (*Sambucus nigra* L.) Fruit, *Original Scientific Paper*, 84 (1), 115-122.
- Cuccurullo, G., Giordano, L., Metallo, A. and Cinquanta, L., 2018, Drying rate control in microwave assisted processing of sliced apples, *Biosystem Engineering*, 170, 24-30.
- Cupiał, D., Witrowa-Rajchert, D. and Hankus, M., 2011, Wybrane właściwości fizyczne mikrokapsułkowanego soku z aronii, *Zeszyty problemowe poste pow nauk rolniczych*, 558, 35-42.
- Cushnie, T.P. and Lamb, A.J., 2005, Antimicrobial activity of flavonoids, *International Journal of Antimicrobial Agents*, 26, 343-356.
- Çağdaş, E., Kumcuğlu, S. ve Tavman, Ş., 2011, Mikrodalga destekli vakum kurutma tekniği ve gıdaların kurutulmasında kullanımı, *Akademik Gıda*, 9 (1), 40-48.
- Çetin-Babaoğlu, H., 2021, Defitinize buğday kepeği katkılı, ekşi hamur ilavesi ile üretilen ekmeklerin kliatesinin ve fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Da Silva, R.F.R., Barreira, J.C.M., Heleno, S.A., Barros, L., Calhella, R.C. and Ferreira, I.C.F.R., 2019, Anthocyanin profile of elderberry juice: a natural-based bioactive colouring ingredient with potential food application, *Molecules*, 24, 2359.

- Davidson, I., 2016, Biscuit baking technology: Processing and engineering manual, *Academic Press*, Elsevier.
- Dawidowicz, A.L., Wianowska, D. and Baraniak, B., 2006, The antioxidant properties of alcoholic extracts from *Sambucus nigra* L. (antioxidant properties of extracts), *Food Science and Technology*, 39, 308-315.
- De Benito, F.M., Citores, L., Iglesias, R., Ferreras, J.M., Camafeita, E., Mendez, E. and Girbes, T., 1997, Isolation and partial characterization of a novel and uncommon two-chain 64-kDa ribosome-inactivating protein from the bark of elder (*Sambucus nigra* L.). *FEBS Letters*, 413, 85-91.
- De Benito, F.M., Citores, L., Iglesias, R., Ferreras, J.M., Soriano, F., Arias, J., Mendez, E. and Girbes, T., 1995, Ebulitins: A new family of type 1 ribosome-inactivating proteins (rRNA *N*-glycosidases) from leaves of *Sambucus ebulus* L. that coexist with the type 2 ribosome-inactivating protein ebulin, *FEBS Letters*, 360, 299-302.
- De Camargo, A.C., Regitano-d'Arce, M.A.B., Bisoto, A.C.T.B. and Shahidi, F., 2014, Low molecular weight phenolics of grape juice and winemaking byproducts: antioxidant activities and inhibition of oxidation of human low-density lipoprotein cholesterol and dna strand breakage, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62, 12159-12171.
- Del Caro, A. and Piga, A., 2008, Polyphenol composition of peel and pulp of two Italian fresh fig fruits cultivars (*Ficus carica* L.), *European Food Research and Technology*, 226, 715-719.
- Delgado-Nieblas, C., Zazueta-Morales, J., Ahumada-Aguilar, J., Aguilar-Palazuelos, E., Carrillo-López, A., Jacobo-Valenzuela, N. and Telis-Romero, J., 2017, Optimization of an Air-Drying Process to Obtain a Dehydrated Naranjita (*Citrus Mitis* B.) Pomace Product With High Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity, *Journal of Food Process Engineering*, 40, (1), 12338.
- Demir, M.K., 2014, Bisküvi üretiminde tam buğday unu ve paçallarının kullanımı, *Tarım Bilim Dergisi*, 21, 100-107.
- Demirel, H., 2017, Farklı turunçgillerden elde edilen albedoların bisküvi üretiminde kullanım imkanları, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Demirel, H.ve Demir, M.K., 2018, Farklı turunçgillerden elde edilen albedoların bisküvi üretiminde kullanımı, *Gıda Dergisi*, 43 (3), 501-511.

- Divis, P., Porizka, J. and Vespalcova, M., 2015, Elemental composition of fruits from different Black Elder (*Sambucus nigra* L.) cultivars grown in the Czech Republic, *Journal of Elementology*, 20 (3), 549-557.
- Dobooglu H. ve Cınar İ., 2012, Liyofilizasyonun karadut (*Morus nigra*) kurutmadaki potansiyelinin belirlenmesi, *Akademik Gıda*, 10 (2), 40-47.
- Doğan, İ.S., 2005, Van ve çevresinde yetiştirilen bazı buğdayların bisküvilik kalitesi üzerine bir araştırma, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 15(2), 139-148.
- Dominguez, R., Zhang, L., Rocchetti, G., Lucini, L., Pateiro, M., Munekata, P.E.S. and Lorenzo, J.M., 2020, Elderberry (*Sambucus nigra* L.) as potential source of antioxidants. Characterization, optimization of extraction parameters and bioactive properties, *Food Chemistry*, 330, 127266.
- Donoghue, M., Eriksson, T., Reeves, P. and Olmstead, R., 2001, Phylogeny and phylogenetic taxonomy of Dipsacales, with special reference to Sinadoxa and Tetradoxa (Adoxaceae), *Harvard Papers in Botany*, 6, 459-479.
- Donoghue, M.J., Bell, C.D. and Winkworth, R.C., 2003, The Evolution Of Reproductive Characters In Dipsacales, *International Journal Of Plant Sciences*, 164 (5), 453-464.
- Đorcevic, T.M., Siler-Marinkovic, S.S. and Dimitrijevic-Brankovic, S.I., 2010, Effect of fermentation on antioxidant properties of some cereals and pseudo cereals, *Food Chemistry*. 119, 957-963.
- Drouzas, E., Tsami, E. and Saravacos, G.D., 1999, Microwave/vacuum drying of model fruit gels, *Journal of Food Engineering*, 28, 203-209.
- Duke, J.A., Bogenschutz-Godwin, M.J., du Cellier, J. and Duke, P.A.K., 2002, Handbook of medicinal herbs, *CRC Press*, Boca Raton.
- Dulf, F.V., Oroian, I., Vodnar, D.C., Socaciu, C. and Pintea, A., 2013, Lipid classes and fatty acid regiodistribution in triacylglycerols of seed oils of two *Sambucus* species (*S. nigra* L. and *S. ebulus* L.), *Molecules*, 18, 11768-11782.
- Duymuş, H.G., 2010, Türkiye’de yetişen *Sambucus nigra* meyveleri üzerinde ön kimyasal araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, *Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Duymuş, H.G., Goger, F. and Baser, K.H.C., 2014, In vitro antioxidant properties and anthocyanin compositions of elderberry extracts, *Food Chemistry*, 155, 112-119.
- Dülger, D. ve Şahan, Y., 2011, Diyet lifin özellikleri ve sağlık üzerindeki etkileri, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25 (2), 147-157.

- Dünder, S., 2009, *Sambucus L. türleri üzerinde fitoterapötik çalışmalar*, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987, Araştırma ve deneme metotları, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No:295, Ankara.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987, Araştırma ve deneme metotları, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No:295, Ankara.
- El-Basyouni, S. and Towers G.H., 1964, The phenolic acids in wheat, ii. natural occurrence of orthoferulic acid (2-Hydroxy-3-Methoxycinnamic Acid), *Canadian Journal of Biochemistry and Physiolog*, 42, 493-497.
- Elgün, A.ve Ergutay, Z., 2000, Tahıl işleme teknolojisi kitabı, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Yayın Evi*, İstanbul.
- Elias, T.S., 1980, The complete trees of North America-field guide and natural history, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Endes, Z., Uslu, N., Özcan, M.M. and Er, F., 2015, Physico-chemical properties, fatty acid composition and mineral contents of goji berry (*Lycium barbarum L.*) fruit, *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 21 (1), 36-40.
- Engels, G. and Brinckmann, J., 2013, European elder, *The Journal of the American Botanical Council*, 97, 1-7.
- Erbaş, M., 2006, Yeni bir gıda grubu olarak fonksiyonel gıdalar, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, Bolu.
- Erinç, H., 2020, Farklı boyutlarda kinoa kepek unu kullanımının bisküvilerin fiziksel, duyuşal ve tekstürel özellikleri üzerine etkisi, *Gıda*, 45 (6), 1121-1133.
- Ertaş, N. ve Doğruer, Y., 2010, Besinlerde tekstür, *Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 7 (1), 35-42.
- Fanzone, M., Zamora, F., Jofré, E., Assof, F. and Peña-Neira, Á., 2011, Phenolic composition of malbec grape skins and seeds from Valle de Uco (Mendoza, Argentina) during ripening. Effect of cluster thinning, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 6120-6136.
- Faridi, H., Gaines, C.S. and Strouts, B.L., 2000, Soft wheat products, *Handbook of Cereal Science and Technology*, 575-614.
- Fazio, A., Plastina, P., Meijerink, J., Witkamp, R.F. and Gabriele, B., 2012, Comparative analyses of seeds of wild fruits of Rubus and *Sambucus* species from Southern Italy: Fatty acid composition of the oil, total phenolic content, antioxidant and anti-inflammatory properties of the methanolic extracts, *Food Chemistry*, 140, 817-824.

- Felisberto, M.H.F., Miyake, P.S.E., Beraldo, A.L., Fukushima, A.R., Leoni, L.A.B. and Clerici, M.T.P.S., 2019, Effect of the addition of young bamboo culm flour as a sugar and/or fat substitute in cookie formulations, *Food Science and Technology*, 39 (4), 1-8.
- Fogarasi, A.L., Kun, S., Tanko, G., Stefanovits-Banyai, E. and Hegyesne-Vecseri, B., 2015, A comparative assessment of antioxidant properties, total phenolic content of einkorn, wheat, barley and their malts, *Food Chemistry*, 167, 1-6.
- Francis, F. J., 1998, Food analysis, colour analysis, ed: Nielsen S. S., *An Aspen Publishers, Maryland, Gaithersnurg, USA*, 599-612.
- Francis, F.J., 1998, Food analysis, colour analysis, ed: Nielsen S. S., *An Aspen Publishers, Maryland, Gaithersnurg, USA*, 599-612.
- Frank, J., Kamal-Eldin, A., Lundh, T., Maatta, K., Törrönen, R. and Vessby, B., 2002, Effects of Dietary Anthocyanins on Tocopherols and Lipids in Rats, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 7226-72230.
- Galic, A., Dragovic-Uzelac, V., Levaj, B., Bursac-Kovacevic, D., Pliestic, S. and Arnautovic, S., 2009, The polyphenols stability, enzyme activity and physico-chemical parameters during producing wild elderberry concentrated juice, *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 74 (3), 181-186.
- Ganorkar, P. and Jain, R.K., 2014, Effect of flaxseed incorporation on physical, textural, sensorial and chemical attributes of cookies, *International Food Research Journal*, 21 (4), 1515-1521.
- Gazzani, G., Pape Hi , A. Massolini, G. and Daglia, M., 1998, Antioxidative and pro- oxidant activity of water-soluble components of some common diet vegetables and the effect of thermal treatment, *Journal Food Chemical*, 6, 4118-4122.
- Genç, E.G. and Özhatay, N., 2006, An ethnobotanical study in Catalca (European part of Istanbul) II. Turkish, *Turkish Journal Of Pharmaceutical Sciences*, 3 (2), 78-89.
- Gilman, E.F., Watson, D.G., Klein, R.W., Koeser, A.K., Hilbert, D.R. and McLean, D.C., 2018, *Sambucus nigra* ssp. *canadensis*: elderberry, University of Florida IFAS Extension, USA.
- Girbes, T., Citores, L., Iglesias, R., Ferreras, J.M., Muñoz, R., Rojo, M.A., Arias, F.J., Garcia, J.R., Mendez, E. and Calonge, M., 1993, Ebulin 1, a nontoxic novel type 2 ribosome-inactivating protein from *Sambucus ebulus* L. leaves, *Journal of Biological Chemistry*, 268, 18195-18199.

- Girbes, T., Ferreras, J.M., Arias, F.J. and Stirpe, F., 2004, Description, distribution, activity and phylogenetic relationship of ribosome-inactivating proteins in plants, fungi and bacteria, *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 4, 461-476.
- Given, P.S., 1994, Influence of fat and oil physicochemical properties on cookie and cracker manufacture, *The science of cookie and cracker production*, New York: Chaman & Hall.
- Goun, E.A., Petrichenko, V.M., Solodnikov, S.U., Suhinina, T.V., Kline, M.A., Cunningham, G., Nguyen, C. and Miles, H., 2002, Anticancer and antithrombin activity of Russian plants, *Journal of Ethnopharmacology*, 81, 337-342.
- Gök, G., 2019, Effect of various drying techniques on quality properties of organic blueberry fruit, Master of Science, *Gaziantep University Food Engineering*, Gaziantep.
- Grădinaru, G. and Istrate, M., 2004, Pomicultură generală Și Specială, *Tipo Moldova*, 503-507.
- Grewal, P.K., 2018, Development and Quality Evaluation of Antioxidant Rich and High Protein Biscuits, Master of Research, *School of Science and Health Western Sydney University*, Australia.
- Guido, L.F. and Moreira, M.M., 2017, Techniques for extraction of brewer's spent grain polyphenols: a review, *Food and Bioprocess Technology*, 10 (7), 1192-1209.
- Gutteridge, J.M.C., 1994, Free radicals and aging, *Reviews in Clinical Gerontology*, 4, 279-288.
- Hacıoğlu, G. ve Kurt, G., 2012, tüketicilerin fonksiyonel gıdalara yönelik farkındalığı, kabulü ve tutumları: izmir ili örneği, *Business and Economics Research Journal*, 3 (1), 161-171.
- Hadinezhad, M. ve Butler, F., 2009, Effect of flour type and dough rheological properties on cookie spread measured dynamically during baking, *Journal of Cereal Science*, 49, 178-183.
- Hamill, L.L., Keaveney, E.M., Price, R.K., Wallace, J.M.W., Strain, J.J. and Welch, R.W., 2009, Absorption of ferulic acid in human subjects after consumption of wheatbran and wheat-aleurone fractions, *Proceedings of the Nutrition Society*, 67, 225.
- Hoseney, R.C., 1994, Principles of cereal science and technology, *St. Paul: American Association of Cereal Chemists*, 170.
- Hoseney, R.C., 1998, Principles of cereal science and technology, *American Association of Cereal Chemists, Minnesota*, 275-305.

- Hosni, H., Periklis, D. and Baourakis, G., 2017, Consumers Attitude Towards Healthy Food: “Organic and Functional Foods, *International Journal of Food and Beverage Manufacturing and Business Models*, 2 (2), 85-100.
- Hussein, A.M.S., Shedeed, N.A., Abdel-Kalek, H.H. and El-Din, M.H.A.S., 2011, Antioxidative, antibacterial and antifungal activities of tea infusions from berry leaves, Carob and Doum, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 61, 201-209.
- Iglesias, R., Citores, L., Ferreras, J.M., Pérez, Y., Jiménez, P., Gayoso, M.J., Olsnes, S., Tamburino, R., Di Maro, A. and Parente, A., 2010, Sialic acid-binding dwarf elder four chain lectin displays nucleic acid N-glycosidase activity, *Biochimie*, 92, 71-80.
- Ikuomola, D.S., Otutu, O.L. and Oluniran, D.D., 2017, Quality assessment of cookies produced from wheat flour and malted barley (*Hordeum vulgare*) bran blends, *Cogent Food & Agriculture*, 3, 1293471.
- Inami, O., Tamura, I., Kikuzaki, H. and Nakatani, N., 1996, Stability of anthocyanins of *Sambucus canadensis* and *Sambucus nigra*, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 3090-3096.
- Ito, N., Hiroze, M., Fukushima, G., Touda, H., Shira, T. and Tatematsu, M., 1986, Studies on antioxidants, Their carcinogenic and modifying effects on chemical carcinogenesis. *Food and Chemical Toxicology*, 24, 1071–1081.
- İzli, N., İzli, G. and Taskin, O., 2017, Drying kinetics, colour, total phenolic content and antioxidant capacity properties of kiwi dried by different methods, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11, 64-74.
- Jacob, J. and Leelavathi, K., 2007, Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality, *Journal of Food Engineering*, 79, 299-305.
- Jing, P., Bomser, J.A., Schwartz, S. J., He, J., Magnuson, B.A. and Giusti, M.M., 2008, Structure-function relationships of anthocyanins from various anthocyanin-rich extracts on the inhibition of colon cancer cell growth, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 9391-9398.
- Johns, T. and Sthapit, B.R., 2004, Biocultural diversity in the sustainability of developing-country food systems, *Food and Nutrition Bulletin*, 25 (2), 143-155.
- Jukic, M., Lukinac, J., Culjak, J., Pavlovic, M., Subaric, D. and Koceva, D., 2019, Quality evaluation of biscuits produced from composite blends of pumpkin seed oil press cake and wheat flour, *International Journal of Food Science and Technology*, 54, 602-609.
- Kaack, K., 1984, New Varieties Of Elderberry (*Sambucus nigra* L.), *Tidsskrift for Planteavl*, 93, 59–65.

- Kaack, K., Christensen, L.P., Hughes, M. and Eder, R., 2006, Relationship between sensory quality and volatile compounds of elderflower (*Sambucus nigra* L.) extracts, *European Food Research and Technology*, 223, 57-70.
- Kaack, K., Frette, X.C., Christensen, L.P., Landbo, A.K. and Meyer, A.S., 2008, Selection of elderberry (*Sambucus nigra* L.) genotypes best suited for the preparation of juice, *European Food Research and Technology*, 226, 843-855.
- Kamiloğlu, S., Toydemir, G., Boyacıoğlu, D., Beekwilder, J., Hall, R.D. and Capanoğlu, E., 2016, A review on the effect of drying on antioxidant potential of fruits and vegetables, 56, 110-129.
- Karabacak, Ö., Özcan-Sinir, G. ve Suna, S., 2015, Mikrodalga ve mikrodalga destekli kurutmanın çeşitli meyve ve sebzelerin kalite parametreleri üzerine etkisi, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29 (2), 125-135.
- Karaboğa, Z., 2019, Mısırın kurutulmasında ultrason ön işleminin etkisinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Şanlıurfa.
- Karacabey, E., Aktaş, T., Taşeri, L. ve Uysal-Seçkin, G., 2020, Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinde farklı kurutma yöntemlerinin kurutma kinetiği, Enerji Tüketimi ve Ürün Kalitesi Açısından İncelenmesi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (1), 53-65.
- Karaduman, O., 2019, Mürverde (*Sambucus nigra* L.) bor uygulamasının bitkisel özellikleri üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Tokat Gazi Osman Paşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tokat.
- Karaslan, S., 2012, Meyve ve sebzelerin mikrodalga destekli kurutma sistemleri ile kurutulması, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (2), 123-129.
- Karpova, I., Lylo, V., Macewicz, L. and Konsarenko, K., 2015, Lectins of *Sambucus nigra* as biologically active and DNA-protective substances, *Acta Horticulturae*, 1061, 93-102.
- Karpova, I.S., Lylo, V.V., Macewicz, L.L., Kotsarenko, K.V., Palchykovska, L.G., Ruban, T.O. and Lukash, L.L., 2013, Lectins of *Sambucus nigra* as biologically active and dna-protective substances, in i international symposium on elderberry, June 2013, 1061, 93-102.
- Kaya, A., Kamer, M.S. ve Şahin, H.E., 2015, Trabzon hurmasının (*Diospyros Kaki* L.) kuruma davranışlarının deneysel incelenmesi, *Gıda*, 40 (1), 15-21.
- Kayabaşı, N. ve Etikan, S., 1998, Mürver (*Sambucus nigra* L.) bitkisinden elde edilen renkler ve bu renklerin yün halı iplikleri üzerindeki ışık ve sürtünme haslıkları, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 4 (39), 65-69.

- Kızmaz, A., 2019, Farklı kurutma teknikleriyle kurutulan kivi dilimlerinin adsorpsiyon izotermelerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ordu.
- Kilham, C., 2000, Health benefits boost elderberry, *HerbalGram*, 50, 55-57.
- Kim, J.S., 2018, Antioxidant activities of selected berries and their free, Esterified, and Insoluble-Bound Phenolic Acid Contents, *Preventive Nutrition and Food Science*, 23 (1), 35-45.
- Kinoshita, E., Hayashi, K., Katayama, H., Hayashi, T. and Obata, A., 2012, Anti-influenza virus effects of elderberry juice and its fractions, *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 76, 1633-1638.
- Kislichenko, V.S. and Vel'ma V.V., 2006, Amino-acid composition of flowers, Leaves and Extract of *Sambucus nigra* Flowers, *Chemistry of Natural Compounds*, 42 (1), 125-126.
- Kissell, L.T, Pomeranz ,Y. and Yamazaki, W.T., 1971, Effects of flour lipids on cookie quality, *Cereal Chemistry* 48, 655-662.
- Kong, F., 2009, Pilot clinical study on a proprietary elderberry extract: Efficacy in addressing Influenza symptoms, *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 5, 32-43.
- Kovacı, T., Dikmen, E. ve Şencan-Şahin, A., 2018, Kurutuma sistemleri, enerji tüketimleri ve ürün kalitesine etkileri ve örnek sistem tasarımı, *Teknik Bilimleri Dergisi*, 8 (2), 25-39.
- Koyuncu, B., 2021, Bisküvi ve kek üretiminde farklı prosesler ile kurutulmuş hünnap meyvelerinin kullanım, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Krawitz, C., Mraheil, M. A., Stein, M., Imirzalioglu, C., Domann, E., Pleschka, S. and Hain, T., 2011, Inhibitory activity of a standardized elderberry liquid extract against clinicallyrelevant human respiratory bacterial pathogens and influenza A and B viruses. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 11, 16.
- Krüger, S., Migros, M. and Morlock, G.E., 2015, Effect-directed analysis of fresh and dried elderberry(*Sambucus nigra* L.) via hyphenated planar chromatography, *Journal of Chromatography*, 1426, 209-219.
- Krystallis, A., Maglaras, G., and Mamalis, S., 2008, Motivations and Cognitive Structures of Consumers in Their Purchasing of Functional Foods, *Journal of Food Quality and Preference*, 19, 525–538.
- Kulkarni, A.S. and Joshi, D.C., 2013, Effect of replacement of wheat flour with pumpkin powder on textural and sensory qualities of biscuit, *International Food Research Journal*, 20 (2), 587-591.

- Kültür, Ş., 2008, An Ethnobotanical Study of Kırklareli (Turkey), *Phytologia Balcanica*, 14 (2), 279-289.
- Künsch, U. and Temperli, A., 1978, Changes in free and protein-bound amino acids in elderberry Fruit (*Sambucus nigra*) during Maturation, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 29, 1037-1040.
- Lai, H.M. and Lin, T.C., 2006, Bakery products: Science and technology, *Bakery products: Science and Technology*, 3-65.
- Lee, J. and Finn, C.E., 2007, Anthocyanins and other polyphenolics in American elderberry (*Sambucus canadensis*) and European elderberry (*S. nigra*) cultivars, *Journal of the Science of Food Agriculture*, 87, 2666-2675.
- Lehman, H., 1935, Mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung der Philosophischen Fakultät der Universität Basel, Zofingen: Graphische Anstalt Zofinger Tagblatt.
- Lenaerts, S., Van Der Borght, M., Callens, A. and Van Campenhout, L., 2018, Suitability of microwave drying for mealworms (*Tenebrio molitor*) as alternative to freeze drying: Impact on nutritional quality and colour, *Food Chemistry*, 254, 129-136.
- Lennon, J.J. and Turner, J.R.G., 1995, Predicting The Spatial Distribution Of Climate: Temperature In Great Britain, *Journal of Animal Ecology*, 64, 370-392.
- Li, F.X., Li, F.H., Yang, Y.X., Yin, R. and Ming, J., 2019, Comparison of phenolic profiles and antioxidant activities in skins and pulps of eleven grape cultivars (*Vitis vinifera* L.), *Journal of Integrative Agriculture*, 18 (5), 1148-1158.
- Li, M., Chen, X., Deng, J., Ouyang, D., Wang, D, Liang, Y., Chen, Y. and Sun, Y., 2020, Effect of thermal processing on free and bound phenolic compounds and antioxidant activities of hawthorn, *Food Chemistry*, 332, 127429.
- Li, Z., Raghavan, G.S.V. and Orsat, V., 2010, Optimal power control strategies in microwave drying, *Journal of Food Engineering*, 99, 263-268.
- Lidroth, R.L., Hoffman, R.W., Campbell, B.D., McNabb, W.C. and Hunt, D.Y., 2000, Population differences in *Trifolium repens* L. response to ultraviolet-b radiation: foliar chemistry and consequences for two lepidopteran herbivores, *Oecologia*, 122, 20-28.
- Liyana-Pathirana, C.,M. and Shahidi, F., 2006, Importance of Insoluble-Bound Phenolics to Antioxidant Properties of Wheat, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 1256-1264.
- Lou, X., Xu, H., Hanna, M. and Yuan, L., 2020, Identification and quantification of free, esterified, glycosylated and insoluble-bound phenolic compounds in hawthorn berry

- fruit (*Crataegus pinnatifida*) and antioxidant activity evaluation, *Food Science and Technology*, 130, 109643.
- Łuczaj, L. and Szymański, W.M., 2007, Wild vascular plants gathered for consumption in the Polish countryside: a review, *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 3 (17).
- Lutz, M., Hernandez, J. and Henriquez, C., 2015, Phenolic content and antioxidant capacity in fresh and dry fruits and vegetables grown in Chile, *Journal of Food*, 13 (4), 541-547.
- Maache-Rezzoug, Z., Bouvier, J.M. and Allaf, K., Patras, C., 1998, Effect of principal ingredients on rheological behaviour of biscuit dough and on quality of biscuits, *Journal of Food Engineering*, 35, 23-42.
- Maga, J.A. and Lorenz, K., 1974, Gas-Liquid Chromatography Separation of The Free Phenolic Acid Fractions in Various Oilseed Protein Sources, *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 25, 797-802.
- Magda, R.A., Awad, A.M. and Selim, K.A., 2008, Evaluation of mandarin and navel orange peels as natural sources of antioxidant in biscuits. *Alexandria Journal of Food Science and Technology, Special Volume Conference*, 75-82.
- Mahmoudi, M., Ebrahimzadeh, M.A., Dooshan, A., Arimi, A., Ghasemi, N. and Fathiazad, F., 2014, 34 Antidepressant Activities of *Sambucus Ebulus* and *Sambucus Nigra*, *European Review for 35 Medical and Pharmacological Sciences*, 18 (22), 3350-3353.
- Mais, A. and Brennan, C.S., 2008, Characterisation of flour, starch and fibre obtained from sweet potato (kumara) tubers, and their utilisation in biscuit production, *International of Journal Food Science Technology*, 43 (2), 373-379.
- Mancebo, C.M., Picon, J. and Gomez, M., 2015, Effect of flour properties on the quality characteristics of gluten free sugar-snap cookies, *LWT-Food Science and Technology*, 64 (1), 264-269.
- Manley, D., 2011, Emulsifiers (surfactants) and antioxidants as biscuit ingredients. *Manley's technology of biscuits, crackers, and cookies*, 181-190.
- Marczylo, T.H., Cooke, D., Brown, K., Steward, W.P. and Gescher, A.J., 2009, Pharmacokinetics and metabolism of the putative cancer chemopreventive agent cyanidin-3-glucoside in mice, *Cancer Chemotherapy and Pharmacology*, 64 (6), 1261-1268.
- Marfil, P.H.M., Santos, E.M. and Telis, V.R.N., 2008, Ascorbic acid degradation kinetics in tomatoes at different drying conditions, *LWT-Food Science and Technology*, 41 (9), 1642-1647.

- Mariotti-Lippi, L., Bellini, C. and Mori, S., 2010, Palaeovegetational reconstruction based on pollen and seeds/fruits from a Bronze Age archaeological site in Tuscany (Italy), *Plant Biosyst*, 144, 902–908.
- Martin, L., Jacomet, S. and Thiebault, S., 2008, Plant economy during the neolithic in a mountain context: The case of “Le Chenet des Pierres” in the French Alps (Bozel-Savoie, France), *Vegetation History and Archaeobotany*, 17, 113–122.
- Mazza, G. and Cottrell, T., 2008, Carotenoids and cyanogenic glucosides in saskatoon berries (*Amelanchier alnifolia* Nutt), *Journal of Food Composition and Analysis*, 21, 249-254.
- McKay, S.A., 2001, Demand increasing for aronia and elderberry in north america, *NY Fruit Quality*, 9, 2-3.
- McLaughlin, J., Vasquez, L. and Haynes, J., 2008, Native landscape plants for South Florida, ENH 875, University of Florida IFAS Extension, USA.
- MEGEP, 2013, Bisküvi Hamuru Hazırlama, *Milli Eğitim Bakanlığı*, Ankara.
- Menga, V., Fares, C., Troccoli, A., Cattivelli, L. and Baiano, A., 2010, Effects of genotype, location and baking on the phenolic content and some antioxidant properties of cereal species, *International Journal of Food Science and Technology*, 45 (1), 7-16.
- Menrad, K., 2003, Market and marketing of functional food in Europe, *Journal of Food Engineering*, 56, 181–188.
- Meral, R. ve Doğan, İ.S., 2009, Fonksiyonel öneme sahip doğal bileşenlerin unlu mamullerin üretiminde kullanımı, *Gıda Dergisi*, 34(3), 193-198.
- Meral, R. ve Doğan, İ.S., 2013, Karadut (*Morus nigra*) katkılı ekmeğin antioksidan aktivitesi ve fenolik kompozisyonu, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2 (4), 43-48.
- Messina, F., Saba, A., Turrini, A., Raats, M. and Lumbers, M., 2008, Older people’s perceptions towards conventional and functional yoghurts through the repertory grid method, *British Food Journal*, 110 (8), 790-804.
- Mikulic-Petkovsek, M., Ivancic, A., Todorovic, B., Veberic, R. and Stampar, F., 2015, Fruit Phenolic Composition of Different Elderberry Species and Hybrids, *Journal of Food Science*, 80,10.
- Mikulic-Petkovsek, M., Schmitzer, V., Slatnar, A., Stampar, F. and Veberic, R., 2012, Composition of sugars, organic acids, and total phenolics in 25 wild or cultivated berry species, *Journal of Food Science*, 77, 1064-1070.

- Mikulic-Petkovsek, M., Schmitzer, V., Slatnar, A., Todorovic, B., Veberic, R., Stampar, F. and Ivancic, A., 2014, Investigation of anthocyanin profile of four elderberry species and interspecific hybrids, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 62, 5573-80.
- Milliken, W. and Bridgewater, S., 2001, Flora Celtica: Sustainable development of Scottish plants, *Scottish Executive Control Unit*, Edinburgh, UK.
- Mitra, P., Meda, V. and Green, R., 2013, Effect of drying techniques on the retention of antioxidant activities of Saskatoon berries, *International Journal of Food Studies*, 2, 224-237.
- Mladin, G. and Mladin, P., 1992, Cultura Arbuștilor Fructiferi Pe Spații Reștrânse, *Ceres*, 5-32.
- Mlynarczyk, K., Walkowiak-Tomczak, D. and Lysiak, G.P., 2018, Bioactive properties of *Sambucus nigra* L. as a functional ingredient for food and pharmaceutical industry, *Journal of Functional Foods*, 40, 377-390.
- Mofasser Hossain, A.K.M., Brennan, M.A., Mason, S.L., Guo, X. and Brennan, C., 2017, The combined effect of blackcurrant powder and wholemeal flours to improve health promoting properties of cookies, *Plant Foods for Human Nutrition*, 72, 280-287.
- Mofasser Hossain, A.K.M., Brennan, M.A., Mason, S.L., Guo, X. and Brennan, C., 2017, The combined effect of blackcurrant powder and wholemeal flours to improve health promoting properties of cookies, *Plant Foods for Human Nutrition*, 72, 280-287.
- Molnar, D., Brncic, S.R., Vujic, L., Gyimes, E. and Krisch, J., 2015, Characterization of biscuits enriched with black currant and jostaberry powder, *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology*, 10 (1), 31-36.
- Moore, J., Liu, J.G., Zhou, K. and Yu, L., 2006, Effects of genotype and environment on the antioxidant properties of hard winter wheat bran, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (15), 5313-5322.
- Moreira, R., Chenlo, F. and Torres, M.D., 2011, Effect of sodium chloride, sucrose and chestnut starch on rheological properties of chestnut flour doughs, *Food Hydrocolloids*, 25 (5), 1041-1050.
- Multari, S., Marsol-Vall, A., Keskitalo, M., Yang, B. and Suomela, J.P., 2018, Effects of different drying temperatures on the content of phenolic compounds and carotenoids in quinoa seeds (*Chenopodium quinoa*) from Finland, *Journal of Food Composition and Analysis*, 72, 75-82.
- Mumcuoglu, M., 1998, Wonderful sambucus: the black elderberry, *Shmuel Tal Printing Service*, 16.

- Muntean, L.S., Tămaş, M., Muntean, L., Duda, M.M., Vârban, D.I. and Florian, S., 2007  
Tratat de plante medicinale cultivate și spontane, *Risoprint*, 758-760.
- Murugesan, R. and Orsat, V., 2011, Spray drying of elderberry (*Sambucus nigra* L.) juice to maintain its phenolic content, *Drying Technology*, 29 (14), 1729-1740.
- Naknaen, P., Itthisoponkul, T., Sondee, A. and Angsombat, N., 2016, Utilization of watermelon rind waste as a potential source of dietary fiber to improve health promoting properties and reduce glycemic index for cookie making, *Food Science and Biotechnology*, 25 (2), 415- 424.
- Nanditha, B.R., Jena, B.S. and Prabhasankar, P., 2008, Influence of natural antioksidants and their carry-through property in biscuit processing, *Society of Chemical Industry*, 89, 288-298.
- Nassar, A.G., Abdel-Hamied, A.A. and El-Naggar, E.A., 2008, Effect of citrus by-products flour incorporation on chemical, rheological and organoleptic characteristics of biscuits, *World Journal of Agricultural Sciences* 4 (5), 612-616.
- Netzel M, Strass G, Herbst M, Dietrich H, Bitsch I, Frank T, 2005. The Excretion and Biological Antioxidant Activity of Elderberry Antioxidants in Healthy Humans. *Food Research International*, 38: 905–910.
- Ng, T.B., Wong, J.H., Wang, H., 2010, Recent progress in research on ribosome inactivating proteins, *Current Protein and Peptide Science*, 11, 37-53.
- Niedzwiedz-Siegien, I., Gierasimiuka, A., 2001, Environmental factors affecting the cyanogenic potential of flax seedling, *Acta Physiol Plant*, 23, 383-390.
- Ning, X., Wu, J.J., Lou, Z., Chen, Y., Mo, Z., Lou, R., Bai, C., Du, W. and Wang, L., 2020, Cookies fortified with purple passion fruit epicarp flour: Impact on physical properties, nutrition, in vitro starch digestibility, and antioxidant activity, *Cereal Chemistry*, 2021 (98), 328-336.
- Niva, M., 2007, All foods affect health: understandings of functional foods and healthy eating among health-oriented finns, *Journal of Appetite*, 48 (3), 384–393.
- Okan, O.T., Varlıbaş, H., Öz, M. ve Deniz, İ., 2013, Antioksidan analiz yöntemleri ve doğu karadeniz bölgesinde antioksidan kaynağı olarak kullanılabilir odun dışı bazı bitkisel ürünler, *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13 (1), 48-59.
- Olçay, N. and Demir, M.K., 2020, The usage possibilities of kumquat fruit dried by different techniques in the production of biscuits, *Electronic Letters on Science & Engineering*, 16 (2), 108-120.

- Olçay, N., 2019, Farklı teknikler ile kurutulmuş kamkat meyvesinin, bisküvi ve kek üretiminde kullanım imkânları, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Olejnik, A., Olkowicz, M., Kowalska, K., Rychlik, J., Dembczyński, M. and Myszka, K., 2016, Gastrointestinal digested *Sambucus nigra* L. fruit extract protects in vitro cultured human colon cells against oxidative stress, *Food Chemistry*, 197, 648-657.
- Olgun, Ç., Vurdu, H. ve Özkan, O.E., 2012, Kastamonu' da yetişen mürver türlerinin botanik ve kullanım özellikleri, *Kastamon' nun Doğal Zenginlikleri Sempozyumu*, 16-17 Ekim.
- Omeire, G.C. and Ohambele, F.I., 2010, Production and evaluation of biscuits from composite wheat/defatted cashew nut flours, *Nigerian Food Journal*, 28 (2), 401-406.
- Oszmianski, J. and Wojdyło, A., 2005, Aronia melanocarpa phenolics and their antioxidant activity, *European Food Research and Technology*, 221, 809-813.
- Özcan, M., 2018, Renklerin tüketimde ve sağlıkta önemi, *Black Sea Journal of Agriculture*, 1(3), 83-88.
- Özcan, M.M. and Arslan, D., 2008, Evaluation of drying methods with respect to drying kinetics, mineral content and colour characteristics of rosemary leaves, *Energy Conversion and Management*, 49, 1258-1264.
- Özer, Z., 2021, Ayva meyvesinin farklı metotlarla kurutulması ve kalite kriterlerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta.
- Özkaya, B. ve Özkaya, H., 1996, Bisküvi üretiminde hamur reolojik özelliklerinin modifikasyonu ve önemi, *2.Un, Bulgur, Bisküvi Sempozyumu*, 28-30 Mayıs, 1996, Karaman, Türkiye, 207-220.
- Özkaya, B., Turksoy, S., Özkaya, H. and Duman, B., 2017, Dephytinization of wheat and rice brans by hydrothermal autoclaving process and the evaluation of consequences for dietary fiber content, antioxidant activity and phenolics, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 39, 209-215.
- Panter, K.E., 2018, Cyanogenic glycoside containing plants, *Veterinary Toxicology*, 935-940.
- Pareyt, B. and Delcour, J.A., 2008, The role of wheat flour constituents, sugar and fat in low moisture cereal based products: a review on sugar-snap cookies, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 824-839.
- Pârvu, C., 2006, Universul Plantelor, *ASAB*, 765-768.
- Paul, I.D. and Das, M., 2018, Effect of freeze, microwave-convective hot air, vacuum and dehumidified air drying on total phenolics content, anthocyanin content and antioxidant

- activity of jamun (*Syzygium cumini* L.) pulp, *Food Science and Technology*, 55 (7), 2410-2419.
- Pliszka, B., 2017, Polyphenolic Content, Antiradical Activity, Stability and Microbiological Quality of Elderberry (*Sambucus Nigra* L.) Extracts, *Acta Science Polonorum Technologia Alimentaria*, 16 (4), 393-401.
- Pliszka, B., Waźbińska, J., Puczel, U. and Huszcza-Ciołkowska, G., 2005, Biologicznie czynne związki polifenolowe zawarte w owocach różnych odmian hodowlanych i dziko rosnącego bzu czarnego, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 507, 443-449.
- Porter, R.S. and Bode, R.F., 2017, A Review of the antiviral properties of black elder (*sambucus nigra* l.) products, *Phytotherapy Research*, Wiley Online Library.
- Posner, E.S. and Hibbs, A.N., 1999, Wheat flour milling, *American Association of Cereal Chemists*, Minnesota, USA.
- Que, F., Mao, L., Fang, X. and Wu, T., 2008, Comparison of hot air-drying and freeze-drying on the physicochemical properties and antioxidant activities of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) flours, *International Journal of Food Science & Technology*, 43 (7), 1195-1201.
- Quispe-Fuentes, I., Vega-Galvez, A. and Aranda, M., 2018, Evaluation of phenolic profiles and antioxidant capacity of maqui (*Aristotelia chilensis*) berries and their relationships to drying methods, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98, 4168-4176.
- Quispe-Fuentes, I., Vega-Galvez, A., Elsa, U., Valeria, V., Nicole, C. and Jacqueline, P., 2019, Vacuum drying application to maqui (*Aristotelia chilensis*) berry: Weibull distribution for process modelling and quality parameters, *Food Science and Technology*, 56 (4), 1899-1908.
- Radvanyi, D., Juhasz, R., Kun, S.Z. and Szabo-Notin, Barta, J., 2013, Preliminary study of extraction of biologically active compounds from elderberry (*Sambucus Nigra* L.) Pomace, *Acta Alimentaria*, 42, 63-72.
- Raynal, J., Moutounet, M. and Souquet, J.M., 1989, Intervention of phenolic compounds in plum technology, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37 (4), 1046-1050.
- Rice-Evans, C.A., Miller, N.J. and Paganga, G., 1996, Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids, *Free Radical Biology and Medicine*, 20, 933-956.
- Robbins, R.J., 2003, Phenolic acids in foods: An overview of analytical methodology *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (10), 2866-2887.

- Robbins, R.J., 2003, Phenolic acids in foods: An overview of analytical methodology *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51,(10), 2866-2887.
- Roberfroid, M.B., 2000, An European consensus of scientific concepts of functional foods. *Nutrition*, 16, 689–691.
- Rodrigues, S., de Brito, E.S. and de Oliveira Silva, E., 2018, Elderberry- *Sambucus nigra L.*, *Exotic Fruits*, 181-185.
- Roschek, B., Jr., Fink, C.R., McMichael, M.D., Li, D. and Alberte, R.S., 2009, Elderberry flavonoids bind to and prevent H1N1 infection in vitro, *Phytochemistry*, 70, 1255-1261.
- Roxas, M. and Jurenka, J., 2007, Colds and influenza: A review of diagnosis and conventional, botanical, and nutritional considerations, *Alternative Medicine Review*, 12, 25-48.
- Rozylo, R., Wojcik, M., Dziki, D., Biernacka B., Cacak-Pietrzak, G., Gawlowski, S. and Zdybel, A., 2019, Freeze-dried elderberry and chokeberry as natural colorants for gluten-free wafer sheets, *International Agrophysics*, 33, 217-225.
- Saadoudi, M., Hambaba, L., Abdeddaim, M., Lekbir, A., Bacha, A., Boudraa, S. and Zidani, S., 2017, Nutritional composition, physical properties and sensory evaluation of biscuit produced from jujubes (Fruits of *Zizyphus lotus L.*), *Annals: Food Science and Technology*, 18 (3), 395- 401.
- Sablani, S.S., Andrews, P.K., Davies, N.M., Walters, T., Saez, H. and Bastarrachea, L, 2011, Effects of Air and freeze drying on phytochemical content of conventional and organic berries, *Drying Technology*, 29 (2), 205–216.
- Samotchia, J., Wojdylo, A. and Lech, K., 2016, The influence of different the drying methods on chemical composition and antioxidant activity in chokeberries, *Food Science and Technology*, 66, 484-489.
- Santas, J., Almajano, M.P. and Carbo, R., 2010, Antimicrobial and antioxidant activity of crude onion (*Allium cepa*, L.) extracts, *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 403-409.
- Schmitzer, V., Stampar, F. and Veberic, R., 2012, European elderberry (*Sambucus nigra L.*) and American Elderberry (*Sambucus canadensis L.*) Botanical, chemical and health properties of flowers, berries and their products, *Nova Biomedical Book*, 127-144.
- Schwarz, K., Bertelsen, G., Nissen, L.R., Gardner, P.T., Heinonen, M.I. and Hopia, A., 2001, Investigation of plant extracts for the protection of processed foods against lipid oxidation, Comparison of antioxidant assays based on radical scavenging, lipid

- oxidation and analysis of the principal antioxidant compounds, *Technol The journal European Food Research and Technology*, 212, 319-328.
- Schwarz, M., Hillebrand, S., Habben, S., Degenhardt, A. and Winterhalter, P., 2003, Application of high-speed countercurrent chromatography to the large-scale isolation of anthocyanins, *Biochemical Engineering Journal*, 179-189.
- Seabra, I.J., Braga, M.E.M., Barista, M.T.P. and de Sousa, H.C., 2008, Fractioned high pressure extraction of anthocyanins from elderberry (*Sambucus nigra* L.) Pomace, *Food Bioprocess Technology*, 3 (5), 674-683.
- Senica M., Stampar, F., Veberic, R. and Mikulic-Petkovsek, M., 2016b, The higher the better? Differences in phenolics and cyanogenic glycosides in *Sambucus nigra* leaves, flowers and berries from different altitudes, *Journal of the Science Food and Agriculture*, 97, 2623-2632.
- Senica, M., Stampar, F., Veberic, R. and Mikulic-Petkovsek, M., 2016a, Processed elderberry (*Sambucus nigra* L.) products: A beneficial or harmful food alternative, *Food Science and Technology*, 72,182-188.
- Sezik, E. ve Yeşilada, E., 1997, Traditional medicine in Turkey VIII. Folk medicine in East Anatolia; Erzurum, Erzincan, Ağrı, Kars, Iğdir provinces, *Economic Botany*, 51 (3), 195-211.
- Shahidi, F. and Ambigaipalan, P., 2015, Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: antioxidant activity and health effects, *Journal of Functional Foods*, 18, 820-897.
- Shahidi, F. and Naczk, M., 1995, Food phenolics: Sources, chemistry, effects and applications. Lancaster, PA: *Technomic Publishing*.
- Sheey, T. and Morrisey, P.A., 1998, Functional foods-prospect and perspectives, nutritional aspects of food processing and ingredients, *Aspen Publishers*, Gaithersburg.
- Sidor, A. and Gramza-Michalowska, A., 2015, Advanced research on the antioxidant and health benefit of elderberry (*Sambucus nigra*) in food, *Journal of Funtional Foods*, 18, 9451-958.
- Sieniawska, E., Baj, T., Los, R., Skalicka-Wozniak, K., Malm, A. and Glowniak, K., 2013, Phenolic acids content, antioxidant and antimicrobial activity of *Ligusticum mutellina*, *Natural Product Research*, 27,1108-1110.
- Siro, I., Kapolna, E., Kapolna, B., and Lugasi, A., 2008, Functional food, Product development, marketing and consumer acceptance—A review. *Appetite*, 51, 456–467.

- Sivam, A.S., Sun-Waterhouse, D., Perera, C.O. and, Waterhouse, G.I.N., 2012, Exploring the interactions between blackcurrant polyphenols, pectin and wheat biopolymers in model breads; a FTIR and HPLC investigation, *Food Chemistry*, 131, 802-810.
- Sivritepe, N., 2000, Asma, üzüm ve şaraptaki antioksidantlar, *Gıda, Dünya Yayınları*, 12, 73-78.
- Skendi, A., 2021, Alternatives to increase the antioxidant capacity of bread with phenolics, *Department of Food Science and Technology*, Thessaloniki, Greece.
- Skidmore-Roth, L., 2005, Handbook of herbs and natural supplements, *Mosby*, St Louis, 365-369.
- Smith, W.H., 1972, Wire-cut cookies. In: Smith WH Biscuits, crackers and cookies: Technology, *Applied Science Publishers*, 737.
- Sole, C., 1988, Els fruits silvestres, Laia, Barcelona.
- Son, E.N., 2019, Fonksiyonel gıdalar, *Beslenme Obezite ve Topum Sağlığı Kitabı*, Güven Plus Grup Yayınları, Afyonkarahisar, 115.
- Sosulski, F., Krzystof, K. and Hogge, L., 1982, Free, esterified, and insoluble-bound phenolic acids, 3. composition of phenolic acids in cereal and potato flours, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 30, 337-340.
- Soysal, Y., Ayhan, Z. Ve Eştürk, O., 2009, Mikrodalga ile meyve ve sebze kurutmada enerji kullanım verimliliği ve ürün kalitesinin artırılmasında ileri kurutma tekniklerinin uygulanması üzerine araştırmalar, TÜBİTAK Proje No:105, 136, Antakya, HATAY.
- Srivastava, Y., Semwal, A.D., Sharma, G.K. and Bawa, A.S., 2010, Effect of virgin coconut meal (VCM) on the textural, thermal and physicochemical properties of biscuits, *Food Nutrition Sciences*, 2, 38-44.
- Stevenson, L., Phillips, F., O'sullivan, K. and Walton, J., 2012, Wheat bran: Its composition and benefits to health, a European perspective, *International journal of Food Sciences and Nutrition*, 63, 1001-1013.
- Stirpe, F., 2004, Ribosome-inactivating proteins, *Toxicon*, 44, 371-383.
- Sudha, M.L., Vetrmani, R. and Leelavathi, K., 2005, Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality, *Food Chemistry*, 100, 1365-1370.
- Sun, Y., Zhang, M. and Mujumdar, A., 2019, Berry Drying: Mechanism, Pretreatment, Drying Technology, Nutrient Preservation, and Mathematical Models, *Food Engineering Reviews*, 11, 61-77.

- Şimşek, I., Aytekin, F., Yeşilada, E. and Yıldırım, Ş., 2002, Anadolu'da halk arasında bitkilerin kullanılış amaçları üzerinde etnobotanik bir çalışma, *14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiriler*, 29-31 Mayıs, Eskişehir, 434-457.
- Tańska, M., Roszkowska, B., Czaplicki, S., Borowska, E.J., Bojarska, J. and Dąbrowska, A., 2016, Effect of Fruit Pomace Addition on Shortbread Cookies to Improve Their Physical and Nutritional Values, *Plant Foods for Human Nutrition*, 71(3), 307-313.
- Taraseviciene, I., Cechoviciene, I., Jukniute, K., Slepetiene, A. and Paulauskiene, A., 2020, Qualitative properties of cookies enriched with berries pomace, *Food Science and Technology*, 41 (2), 474-481.
- Tejero, J., Jiménez, P., Quinto, E.J., Cordoba-Diaz, D., Garrosa, M., Cordoba-Diaz, M., Gayoso, M.J. and Girbés, T., 2015, Elderberries: a source of ribosome-inactivating proteins with lectin activity, *Molecules*, 20 (2), 2364-2387.
- Tekeli, S.G., 2019, Glutenli ve glutensiz bisküvi üretiminde kurutulmuş ısparta gülü (*Rosa damascena Mill.*) ununun kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta.
- Thole, J.M., Kraft, T.F.B., Sueiro, L.A., Kang, Y.H., Gills, J.J., Cuendet, M., Pezzuto, J.M., Seigler, D.S. and Lila, M.A., 2006, A comparative evaluation of the anticancer properties of european and american elderberry fruits, *Journal of Meicine Food*, 9(4), 498-504.
- Thomas, A.L., Byers, P.L., Gu, S., Avery, J.D., Kaps, M., Datta, A., Fernando, L., Grossi, P. and Rottinghaus, G.E., 2015, Occurrence of polyphenols, organic acids, and sugars among diverse elderberry genotypes grown in three missouri (usa) locations, *Acta Horticulturae*, 1061.
- Thomas, A.L., Byers, P.L., Vincent, P.L. and Applequist, W.L., 2020, Medicinal attributes of american elderberry, *Medicinal and Aromatic Plants of North America*, 119-139.
- Thomas, A.L., Peakins-Veazie, P., Byers, P.L., Finn, C.E. and Lee, J., 2013, A comparison of fruit characteristics among diverse elderberry genotypes grown in missouri and oregon, *Journal Berry Research*, 3 (3), 159-168 .
- Thongram, S., Tanwar, B., Chauhan, A. and Kumar, V., 2016, Physicochemical and organoleptic properties of cookies incorporated with legume flours, *Cogent Food & Agriculture*, 2, 1172389.
- Torres-Londoño, P., Doka, D. and Becker, H., 2008, Die Wildsammlung von Arznei- und Gewürzpflanzen in Albanien, untersucht an Beispielen aus dem Umland von Peshkopi (Region Dibër), *Zeitschrift für Arznei & Gewürzpflanzen*, 13 (4),153-160.

- Tosun, İ. ve Karadeniz, B., 2005, Çay ve çay fenoliklerinin antioksidan aktivitesi, *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1), 78-83.
- Tuğrul, N., Doymaz, İ. ve Pala, M., 2001, Dereotunun kurutma karakteristiklerinin incelenmesi, *Gıda*, 26 (6), 403-407.
- Tuzlacı, E. and Bulut, G., 2010, Turkish folk medicinal plants, VIII: Lalapasa (Edirne), *Marmara Pharmaceutical Journal*, 14, 47-52.
- Uchoa, A.M.A., da Costa, J.M. C., Maia, G.A., Meira, T.R. and Sousa, P.H.M., 2009, formulation and physicochemical and sensorial evaluation of biscuit-type cookies supplemented with fruit powders, *Plant Foods for Human Nutrition*, 64, 153-159.
- Ugulu, İ., Yörek, N. and Doğan, Y., 2009, The investigation and quantitative ethnobotanical evaluation of medicinal plants used around Izmir Province, Turkey, *Journal Of Medicinal Plant Research*, 3 (5), 345-367.
- Ulbricht, C., Basch, E., Cheung, L., Goldberg, H., Hammerness, P., Isaac, R., Khalsa, K.P., Romm, A., Rychlik, I., Varghese, M., Weissner, W., Windsor, R.C. and Wortley, J., 2014, An evidence-based systematic review of elderberry and elderflower (*Sambucus nigra*) by the natural standard research collaboration, *Journal of Dietary Supplements*, 11, 80-120.
- Ulutürk, Ş., 2018, İncir Çekirdeği Unu Kullanılarak Glutenli ve Glutensiz Bisküvi Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta.
- USDA Food Composition Databases, 2018, United States Department of Agriculture, <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/171727/nutrients>, [Erişim Tarihi: 07.03.2021].
- Usenik, V., Fabčić, J. and Stampar, F., 2008, Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.), *Food Chemistry*, 107, 185-192.
- Uysal, H.L., 2005, Farklı kaynaklardan elde edilen besinsel liflerin bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 14-51.
- Ünal, S.S., 1991, Hububat teknolojisi, *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi*, 29, 191-198.
- Válles, J., Bonet, Á. and Agelet, A., 2004, Ethnobotany of *Sambucus nigra* L. in catalonia (Iberian Peninsula): the integral exploitation of a natural resource in mountain regions, *The Society Economic Botany*, 58 (3), 456-469.
- Veberic, R., Jakopic, J., Stampar, F. and Smitzer, F., 2009, European elderberry (*Sambucus nigra* L.) rich in sugars, organic acids, anthocyanins and selected polyphenols, *Food Chemistry*, 114, 511-515.

- Vetter, J., 2000, Plant cyanogenic glycosides, *Toxicon*, 38, 11-36.
- Vetter, J.L., 1984, Technical bulletin, *American Institute of Baking*, VI. Manhattan, USA.
- Vitali, D., Vedrinar Dragojević, I. and Šebečić, B., 2009, Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 114, 1462–1469.
- Vitova, E., Divisova, R., Sukalova, K. and Matejicek, A., 2013, Determination and quantification of volatile compounds in fruits of selected elderberry cultivars grown in Czech Republic, *Journal of Food and Nutrition Research*, 52 (1), 1-11.
- Vulić, J.J., Vračar, L.O. and Šumić, Z.O., 2008, Chemical Characteristics of Cultivated Elderberry Fruit, *Acta Periodica Technologica*, 39, 85-90.
- Wang, Z., Li, S., Ge, S. and Lin, S., 2020, Review of Distribution, Extraction Methods, and Health Benefits of Bound Phenolics in Food Plants, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68, 3330-3343.
- Wattenbarger, D.W., Gray, E. and Rice, J.S., 1968, Effects of frost and freezing on hydrocyanic potential of sorghum plants, *Crop Science*, 8, 526-528.
- Waźbinńska, J., Płoszaj, B. and Pliszka, B., 2007, Fruit yield and content of macroelements in fruits of selected ecotypes of wild european elderberry (*sambucus nigra* L.) in the lake district of warmia and mazury, poland, *Scientific Works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture*, Sodinkystė Ir Daržininkystė 26 (3), 57-63.
- Wilczynski, S. and Podlaski, R., 2005, The effect of air temperature and precipitation non the size of annual growth rings in a wild-growing form of the elderberry (*Sambucus nigra* L.) in the wietokrzyski national park, *Journal of Fruit Ornamental Plant Research*, 13,79-89.
- Wojdylo, A., Figiel, A., Lech, K., Nowicka, P. and Osmzmianski, J., 2014, effect of convective and vacuum–microwave drying on the bioactive compounds, color, and antioxidant capacity of sour cherries, *Food Bioprocess Technology*, 7, 829-841.
- Wojdylo, A., Figiel, A., P. and Osmzmianski, 2009, Effect of drying methods with the application of vacuum microwaves on the bioactive compounds, color, and antioxidant activity of strawberry fruits, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 1337-1343.
- Wu, X., Gu, L., Prior, R. and McKay, S., 2004, Characterization of anthocyanins and proanthocyanins in some cultivars of ribes, aronia and *Sambucus* and their antioxidant capacity, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26), 7846-7856.

- Yadav, D.P., Thakur, N. and Sunooj, K.V., 2012, Effect of partially de-oiled peanut meal flour (DPMF) on the nutritional, textural, organoleptic and physico-chemical properties of biscuits, *Food Nutrition Sciences*, 3, 471-476.
- Yeşilada, E., Sezik, E. and Tanaka, T., 1999, Traditional medicine in Turkey IX: Folk medicine in North-west Anatolia, *Journal Of Ethnopharmacology*, 64, 195-200.
- Yılmaz, S.N., Çekirdeksiz Üzümün Kurutulmasında Farklı Kurutma Yöntemlerinin Kuruma Özellikleri Ve Kalite Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tokat.
- Yoon, M.H., Jo, J.E., Kim, D.M., Kim, K.H. and Yook, H.S., 2010, Quality characteristics of bread containing various levels of flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. wils.) fruit powder, *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 39, 1340-1345.
- Yu, J., Li, W., You, B., Yang, S., Xian, W., Deng, Y., Huang, W. and Yang, R., 2021, Phenolic profiles, bioaccessibility and antioxidant activity of plum (*Prunus Salicina* Lindl), *Food Research International*, 143,110300.
- Yu, L., Haley, S., Perret, J. and Harris, M., 2004, Comparison of wheat flours grown at different locations for their antioxidant properties, *Food Chemistry*, 86, 11–16.
- Zafra-Stone, S., Yasmin, T., Bagchi, M., Chatterjee, A., Vinson, J. A. and Bagchi, D., 2007, Berry anthocyanins as novel antioxidants in human health and disease prevention, *Molecular Nutrition and Food Research*, 51, 675-683.
- Zagrobelny, M., Bak, Soren, Rasmussen, A.V., Jorgensen, B., Naumann, C.M. and Moller, B.L., 2004, Cyanogenic glucosides and plant insect interactions, *Phytochemistry*, 65, 293-306.
- Zhang, B., Zhang, Y., Li, H., Deng, Z. and Tsao, R., 2020, A review on insoluble-bound phenolics in plant-based food matrix and their contribution to human health with future perspectives, *Trends in Food Science & Technology*, 105, 347-362.
- Zienlinska, M., Ropelewska, E. and Markowski, M., 2017, Thermophysical properties of raw, hot-air and microwave-vacuum dried cranberry fruits (*Vaccinium macrocarpon*), *Food Science and Technology*, 85, 204-211.
- Zoric, Z., Dragovic-Uzelac, V., Pedisiic, S., Kurtanek, Z. And Garofulic, I.E., 2014, Kinetics of the degradation of anthocyanins, phenolic acids and flavonols during heat treatments of freeze-dried sour cherry Marasca paste, *Food Technology and Biotechnology*, 52, 101-108.

Zucco, F., Borsuk, Y. And Arntfield, S.D., 2011, Physical and nutritional evaluation of wheat cookies supplemented with pulse flours of different particle sizes, *Food Science and Technology*, 44, 2070-207.



## EKLER

### EK 1- Kurutma Prosesine Ait Görseller



Kurutma Prosesi Öncesi Kara Mürver Meyve



Kurutma Prosesi Sonrası Kara Mürver Meyve

KONVEKSİYONEL

MİKRODALGA

VAKUM



Kurutulup Öğütülmüş Kara Mürver Meyvesinden Elde Edilen Tozlar  
Sırası ile Soldan Sağa: Konveksiyonel, Mikrodalga, Vakumlu Kurutma Metodu

## EK 2- Üretilen Bisküvi Örneklerine Ait Görseller



% 0 % 5 % 10 % 15 % 20

KONVEKSİYONEL



% 0 % 5 % 10 % 15 % 20

MİKRODALGA



% 0 % 5 % 10 % 15 % 20

VAKUM