



**T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**FARKLI TEKNİKLER İLE KURUTULMUŞ
KAMKAT MEYVESİNİN, BİSKÜVİ VE KEK
ÜRETİMİNDE KULLANIM İMKÂNLARI**

Nezahat OLCAY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Temmuz-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Nezahat OLCAY tarafından hazırlanan “FARKLI TEKNİKLER İLE KURUTULMUŞ KAMKAT MEYVESİNİN, BİSKÜVİ VE KEK ÜRETİMİNDE KULLANIM İMKÂNLARI” adlı tez çalışması 05/07/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

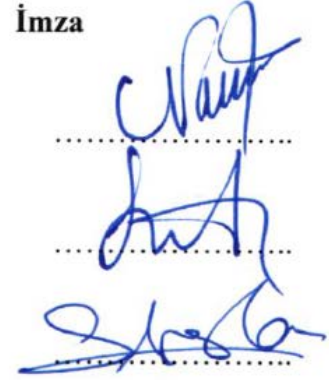
Danışman

Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR

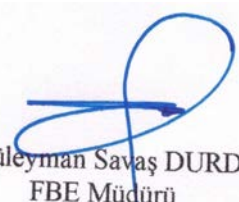
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Sultan ARSLAN TONTUL

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.



Prof. Dr. Süleyman Savaş DURDURAN
FBE Müdürü

Bu tez çalışması NEÜ BAP koordinatörlüğü tarafından 181319010 nolu proje ile desteklenmiştir.

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.

Nezahat OLCAY

Tarih:10.07.2019



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI TEKNİKLER İLE KURUTULMUŞ KAMKAT MEYVESİNİN, BİSKÜVİ VE KEK ÜRETİMİNDE KULLANIM İMKÂN LARI

Nezahat OLCAY

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR

2019, 109 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR

Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

Dr. Öğr. Üyesi Sultan ARSLAN TONTUL

Kamkat (*F. margarita*), *Fortunella* cinsine ait bir narenciye olup, özellikle de yüksek antioksidan aktivitesi ve fenolik madde içeriği ile dikkat çeken bir meyvedir. Besinsel niteliğinden dolayı geleneksel Çin tıbbında kullanılmakla beraber, yapılan bilimsel çalışmalarla hastalıklara karşı terapötik etki gösterdiği de ortaya konmuştur.

Bu çalışmada; kamkat meyvesi üç farklı teknik (konveksiyonel, mikrodalga ve vakumlu kurutma) ile kurutulmuş olup, proses sonucunda elde edilen tozları farklı ikame oranlarında (%0, 10, 20 ve 30), bisküvi ve kek üretiminde kullanılmıştır. Üretilen örneklerin de, fiziksel (renk, tekstür, bisküvide çap, kalınlık, yayılma oranı, kek te hacim ve simetri indeksi), kimyasal (nem, kül, ham yağ, ham protein, karbonhidrat ve enerji), besinsel (toplam fenolik madde ve fitik asit) ve duysal özellikleri incelenmiştir.

Kamkat meyve tozu ikamesi ile ürünlerin L^* değerleri azalırken, a^* ve b^* değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Kamkat meyve tozu ikame oranı arttıkça; bisküvi örneklerinin nem miktarı % 4.69'dan % 5.44'e, toplam fenolik madde miktarı ise 746.18 µg GAE/mg'dan 2080.10 µg GAE/mg'a yükselmiş; protein miktarı %4.18'den %3.31'e, fitik asit miktarı ise 116.86 mg/100 g'dan 53.60 mg/100 g'a düşmüştür. Kek örneklerinde ise, nem miktarı %15.26'dan %16.74'e, toplam fenolik madde miktarı ise 525.64 µg GAE/mg'dan 1253.58 µg GAE/mg'a yükselmiş, protein içeriği %5.30'dan %4.73'e, fitik asit içeriği ise 88.86 mg/100 g'dan 42.22 mg/100 g'a düşmüştür. Ayrıca, %10 kamkat meyve tozu ikamesinin duysal kabul edilebilirlik açısından en uygun oran olduğu belirlenmiştir. Kamkat meyvesinin kurutulmasında ise, mikrodalga kurutmanın en uygun teknik olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, kurutulmuş kamkat meyve tozlarının bisküvi ve kek üretiminde kullanımı ile kimyasal ve besinsel özelliklerinin geliştirilebileceği ve fonksiyonelliğinin artırılabilceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kamkat, *Fortunella margarita*, bisküvi, kek, konveksiyonel kurutma, mikrodalga kurutma, vakumlu kurutma

ABSTRACT

MS THESIS

THE USAGE POSSIBILITIES OF DRIED BY DIFFERENT METHODS KUMQUAT FRUIT IN PRODUCTION OF BISCUITS AND CAKE

Nezahat OLCAY

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

2019, 109 Pages

Jury

Assoc. Prof. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR
Assoc. Prof. Dr. Nilgün ERTAŞ
Asst. Prof. Sultan ARSLAN TONTUL

Kumquat (*F. margarita*) is a citrus fruit in *Fortunella* genus, and it is particularly remarkable with its high antioxidant activity and phenolic content. Although it is used in traditional Chinese medicine due to its nutritional nature, it has been reported that it shows therapeutic effect against diseases in scientific studies.

In this study; kumquat fruit was dried by three different techniques (convection, microwave and vacuum drying) and the powders that obtained at end of the process were used in the production of biscuits and cakes at different substitution rates (0, 10, 20 and 30%). Produced samples' physical (color, texture, diameter, thickness, spreading ratio for biscuits, volume and symmetry index for cakes), chemical (moisture, ash, crude fat, crude protein, carbohydrate, energy, total phenolic and phytic acid) and sensory properties were examined.

It was found that products' a^* and b^* values increased while the L^* values decreased with kumquat fruit powder substitution. When kumquat fruit powder substitution rate increased; moisture content of biscuit samples increased from 4.69% to 5.44% and total phenolic content increased from 746.18 $\mu\text{g GAE/mg}$ to 2080.10 $\mu\text{g GAE/mg}$; the content of protein decreased from 4.18% to 3.31%, and phytic acid decreased from 116.86 mg/100 g to 53.60 mg/100 g. In cake samples, moisture content increased from 15.26% to 16.74% and total phenolic content increased from 525.64 $\mu\text{g GAE/mg}$ to 1253.58 $\mu\text{g GAE / mg}$, protein content decreased from 5.30% to 4.73% and phytic acid content decreased from 88.86 mg/100 g to 42.22 mg/100 g. In addition, 10% kumquat fruit powder substitution was found to be the most suitable for sensory acceptability. For drying of kumquat fruit, microwave drying was found to be the most suitable technique. As a result, it was concluded that the use of dried kumquat fruit powders in the production of biscuits and cakes could improve the chemical and nutritional properties and increase the functionality of products.

Keywords: Kumquat, *Fortunella margarita*, biscuit, cake, convection drying, microwave drying, vacuum drying

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın planlanmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren sayın hocam Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR'e,

Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümüne ve bütün hocalarına,

Nagami kamkatın temininde her türlü yardımı sağlayan Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünden (BATEM) Demet YILDIZ TURGUT hanıma,

Tez analizlerimde yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Tekmile CANKURTARAN'a, tezimin her aşamasında bana yeni teknik ve pratik bilgiler kazandıran, iş disiplini örnek aldığım Elif YAVER'e ve her zaman bana destek veren Elif ÖNCEL'e,

Yüksek lisans eğitim sürecimde, hem sosyal hem akademik olarak yaşadığım en güzel deneyimi kazanmamda çok büyük emeği olan, her konuda her zaman bana destek veren Ali Akbar HUSSAINI'ye, laboratuvar çalışmalarımızdaki uzun mesailerimizi ve gelecek ideallerimizi paylaşmaktan büyük mutluluk duyduğum Merve AYDIN'a,

Yüksek lisans eğitimim süresince beni ağırlayan, her türlü maddi ve manevi desteği sağlayan, hedeflerim doğrultusunda her zaman beni teşvik eden dedem Fevzi CANDAN'a, anneannem Saliha CANDAN'a ve dayılarıma,

Hayattaki her seçimimde arkamda olan, kendi doğrularımı bulma sürecimde yolumu aydınlatan, ideallerime ilerlerken bağımsız ve özgür olmamda yardım eden, her türlü desteği veren babam Hasan OLCAY'a, annem Emine OLCAY'a ve kardeşime, hayalleri yaşanılabilir kılan ablam Lutfiye OLCAY'a,

Sonsuz teşekkür ederim.

Nezahat OLCAY
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Kamkat Meyvesi	4
2.1.1. Kamkatın besin değeri	6
2.1.2. Kamkatın uçucu yağ içerik ve kompozisyonu	8
2.1.3. Kamkatın fenolik bileşik içerik ve kompozisyonu	11
2.1.4. Kamkatın antioksidan kapasitesi	15
2.1.5. Kamkatın insan sağlığı üzerine etkisi	19
2.2. Gıdalarda Kurutma	20
2.2.1. Kurutucu çeşitleri.....	22
2.2.2. Konveksiyonel kurutma	22
2.2.3. Mikrodalga kurutma	23
2.2.4. Vakumlu kurutma	23
2.3. Bisküvi	24
2.4. Kek.....	28
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	31
3.1. Materyal	31
3.2. Metot	31
3.2.1. Deneme deseni	31
3.2.2. Kamkat tozu üretimi	32
3.2.3. Bisküvi üretim metodu.....	33
3.2.4. Kek üretim metodu	33
3.2.5. Hammadde ve ürünlerdeki fiziksel analizler	34
3.2.6. Hammadde ve ürünlerdeki kimyasal analizler.....	35
3.2.7. Bisküvi örneklerinde gerçekleştirilen analizler	36
3.2.8. Kek örneklerinde gerçekleştirilen analizler	36
3.2.9. Duyusal analiz.....	37
3.2.10. İstatistik analiz	37

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	38
4.1. Hammadde Analiz Sonuçları	38
4.1.1. Renk analizi sonuçları.....	38
4.1.2. Kimyasal ve besinsel analiz sonuçları	40
4.2. Bisküvi Analiz Sonuçları	43
4.2.1. Fiziksel analiz sonuçları.....	43
4.2.2. Kimyasal analiz sonuçları.....	47
4.2.3. Bisküvi örneklerinde gerçekleştirilen analizlerin sonuçları.....	59
4.2.4. Bisküvi örneklerinin duysal analiz sonuçları.....	62
4.3. Kek Analiz Sonuçları.....	64
4.3.1. Fiziksel analiz sonuçları.....	64
4.3.2. Kimyasal analiz sonuçları.....	73
4.3.3. Kek örneklerinde gerçekleştirilen analizlerin sonuçları	85
4.3.4. Kek örneklerinin duysal analiz sonuçları.....	88
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	91
5.1. Sonuçlar	91
5.2. Öneriler	92
KAYNAKLAR	93
EKLER	103
EK 1- Kurutma Prosesine Ait Görseller.....	103
EK 2- Bisküvi Örneklerine Ait Görseller	104
EK-3 Kek Örneklerine Ait Görseller	107
ÖZGEÇMİŞ	109

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

α	: Alfa
β	: Beta
μ	: Mikro
h	: Saat
km	: Kuru Madde
aw	: Su Aktivitesi
nm	: Nanometre
IR	: İnfrared
IU	: International Unit
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
Hg	: Cıva
Re	: A vitamini için retinol eşdeğeri
IC ₅₀	: Yarı inhibisyon konsantrasyonu
Fe	: Demir minerali
Ca	: Kalsiyum minerali
K	: Potasyum minerali
Mg	: Magnezyum minerali
P	: Fosfor minerali
Na	: Sodyum minerali
Zn	: Çinko minerali

Kısaltmalar

IFIC	: Uluslararası Gıda Enformasyon Konseyi
USDA	: Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı
PUFA	: Çoklu Doymamış Yağ Asidi
SFA	: Doymuş Yağ Asidi
MUFA	: Tekli Doymamış Yağ Asidi
DGPP	: 3',5'-Di-C- β -glukopiranozilfloretin
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil Radikal Süpürücü Aktivite
ABTS	: 2,2-azinobis Radikal Süpürücü Aktivite
TEAC	: Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasitesi
FRAP	: Ferrik Azaltıcı Antioksidan Gücü
HOCl	: Hipoklorik Asit Temizleme Faaliyeti
GOFA	: 4'-geraniloksiferulik Asit
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
BATEM	: Batı Akdeniz Tarımsal Araştırmalar Merkezi
AACC	: Amerikan Klinik Kimya Derneği

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Kamkatın Besin İçeriği.....	7
Çizelge 2.2. Tayvan Narenciyelerinin Lif İçerikleri.....	7
Çizelge 2.3. Kamkatın Mineral ve Vitamin İçeriği	9
Çizelge 2.4. Kamkat Uçucu Yağındaki Bileşenlerin İçeriği	9
Çizelge 2.5. Kamkat Uçucu Yağının Bileşenleri.....	10
Çizelge 2.6. Kamkat Türlerinin DGPP (3',5'-Di-C-β-glukopiranozilfloretin) İçeriği ..	12
Çizelge 2.7. Kamkatın (<i>F. margarita</i>) Fenolik Bileşik ve Flavonoid İçeriği	13
Çizelge 2.8. Taze ve Kurutulmuş Kamkat (<i>F. margarita</i>) Meyvesinin Flavonoid İçeriği	14
Çizelge 2.9. Kamkat (<i>F. japonica</i>) Meyve Suyunun Fenolik Bileşik İçeriği	15
Çizelge 2.10. Farklı Kurutma Yöntemlerinin Bazı Avantaj ve Dezavantajları.....	24
Çizelge 2.11. Bisküvi Çeşitleri ve Özellikleri	25
Çizelge 2.12. Bisküvi Hamur Tipleri ve Özellikleri.....	26
Çizelge 2.13. Kek İngrediyentleri ve Hamur Bileşimine Etkileri	29
Çizelge 3.1. Üretim Deneme Deseni.....	31
Çizelge 3.2. Kurutma Yöntem ve Parametreleri.....	32
Çizelge 3.3. Bisküvi Formülasyonu	33
Çizelge 3.4. Kek Formülasyonu	34
Çizelge 4.1. Hammaddelerin Renk Analizi Sonuçları.....	39
Çizelge 4.2. Hammaddelerin Kimyasal ve Besinsel Analiz Sonuçları.....	39
Çizelge 4.3. Bisküvi Örneklerine Ait Fiziksel Analiz Sonuçları.....	44
Çizelge 4.4. Bisküvi Örneklerinin Fiziksel Analizlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları	44
Çizelge 4.5. Bisküvi Örneklerinin Fiziksel Analizlerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları	45
Çizelge 4.6. Bisküvi Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları.....	48
Çizelge 4.7. Bisküvi Örneklerinin Kimyasal Analizlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları	48
Çizelge 4.8. Bisküvi Örneklerinin Kimyasal Analizlerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları	49
Çizelge 4.9. Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit Analizleri Sonuçları	55
Çizelge 4.10. Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit Analizlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları	55

Çizelge 4.11. Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit Analizlerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları	56
Çizelge 4.12. Bisküvide Gerçekleştirilen Analizlerin Sonuçları	59
Çizelge 4.13. Bisküvide Gerçekleştirilen Analizlere Ait Varyans Analizi Sonuçları	59
Çizelge 4.14. Bisküvide Gerçekleştirilen Analizlere Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları	60
Çizelge 4.15. Bisküvi Örneklerinin Duyusal Değerlendirme Sonuçları	63
Çizelge 4.16. Kek Örneklerinin Renk Ölçümleri	65
Çizelge 4.17. Kek Örneklerinin Renk Ölçümlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları	66
Çizelge 4.18. Kek Örneklerinin Renk Ölçümlerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları	66
Çizelge 4.19. Kek Örneklerinin Tekstür Analizi Sonuçları.....	70
Çizelge 4.20. Kek Örneklerinin Tekstür Analizine Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	71
Çizelge 4.21. Kek Örneklerinin Tekstür Analizine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları	71
Çizelge 4.22. Kek Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları.....	74
Çizelge 4.23. Kek Örneklerinin Kimyasal Analizlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları	75
Çizelge 4.24. Kek Örneklerinin Kimyasal Analizlerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları	75
Çizelge 4.25. Kek Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit Analizlerinin Sonuçları	81
Çizelge 4.26. Kek Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit Analizlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları	81
Çizelge 4.27. Kek Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit Analizlerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları	82
Çizelge 4.28. Kek Örneklerinde Gerçekleştirilen Analizlerin Sonuçları	86
Çizelge 4.29. Kek Örneklerinde Gerçekleştirilen Analizlere Ait Varyans Analizi Sonuçları	86
Çizelge 4.30. Kek Örneklerinde Gerçekleştirilen Analizlere Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları.....	87
Çizelge 4.31. Kek Örneklerine Ait Duyusal Analiz Sonuçları.....	90

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Bisküvi Üretim Akım Şeması.....	27
Şekil 4.1. Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı Üzerinde Etkili “Kurutma Tekniği x İkame Oranı” İnteraksiyonu.....	57
Şekil 4.2. Bisküvi Örneklerinin Fitik Asit Miktarı Üzerinde Etkili “Kurutma Tekniği x İkame Oranı” İnteraksiyonu.....	58
Şekil 4.3. Kek Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı Üzerinde Etkili “Kurutma Tekniği x İkame Oranı” İnteraksiyonu	83
Şekil 4.4. Kek Örneklerinin Fitik Asit Miktarı Üzerinde Etkili “Kurutma Tekniği x İkame Oranı” İnteraksiyonu.....	84



1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesi, yaşam tarzlarının değişimi, hayat kalitesinin artması ve tüketicilerin bilinçlenmesi, insanların besin ihtiyaçlarının ve beslenme alışkanlıklarının değişmesine neden olmuştur. Bu durum gıdaları yalnızca temel ihtiyaçları karşılayan besin öğeleri olmaktan çıkartmış, endüstriyel anlamda daha zengin, kaliteli, raf ömrü uzun, sağlıklı, tekstürel ve duyuşsal özellikleri geliştirilmiş çeşitli gıdaların üretilmesi için yapılan çalışmaların hızla artmasında öncü olmuştur (Uçar, 2011; Gözükara, 2013; Noğay, 2014; Demirel, 2017). Ayrıca; obezite, çölyak, diyabet, fenilketonüri, beriberi, pellegra vb. hastalıklara sahip tüketiciler için tasarlanan özel gıdaların üretilmesi de gıda endüstrisinde artarak önem kazanmaktadır (Giritlioğlu, 2017).

Yapılan bilimsel çalışmalar bazı gıdaların; kolesterolü ve kan basıncını düşürdüğünü, bağışıklık sistemini güçlendirdiğini, iltihap sökücü, antibakteriyel, antiobez ve antiviral faaliyette etkili olduğunu göstermektedir. Bu tip gıdalar; yüksek tansiyon, kemik erimesi, kanser, idrar yolu, kalp ve sinir sistemi rahatsızlıkları gibi birçok hastalığın tedavisinde pozitif etkiye sahiptirler. Temel besin öğelerinin yanı sıra, içerdiği fizyolojik olarak aktif bileşenler ile sağlığı destekleyen ve hastalıklara karşı önleyici ya da kısmen tedavi edici etki eden bu tip gıdalar “fonksiyonel gıdalar” olarak tanımlanmaktadır (Acun, 2011; Aksoylu, 2012). Uluslararası Gıda Enformasyon Konseyi (IFIC) ise fonksiyonel gıdaları; “temel beslenmenin ötesinde sağlığa ilişkin yararlar sağlayabilen gıdalar ve gıda komponentleri” olarak tanımlamaktadır (Topkaya, 2017).

Unlu mamuller, farklı çeşitleri üretilerek zenginleştirilen, besinsel niteliği geliştirilen ve fonksiyonel özellik kazandırılan gıda grupları arasında önemli bir yere sahiptir (Köklü, 2007; Ergün, 2012). Bunun nedeni; değişen beslenme alışkanlıklarına rağmen unlu mamullerin dünyada hala en çok tüketilen gıda grubu olması, beslenmedeki önemini koruması, farklı bileşik, gıda ya da katkıların kolayca eklenebildiği ürünler olması ve tüketimde her kesimden insana hitap etmesi olarak sıralanabilir (Aydın, 2012; Ulutürk, 2018; Aktaş, 2011). Unlu mamüller arasında en büyük payı bisküvi ve kek oluşturmaktadır (Gözükara, 2013).

Ucuz, çeşitli, lezzetli, doyurucu ve besin kalitesinin iyi olması nedeniyle tüketiciler tarafından çokça tercih edilen bisküvide esas hammaddeler; un, şeker, yağ, glikoz, su veya süt olmakla beraber, formülasyona daha birçok tat, aroma ve koku maddesi eklenebilmektedir. Ayrıca bisküvide protein, mineral, lif ve antioksidan

içeriğini artırmaya yönelik birçok yeni çalışma da yapılmaktadır (Aksoylu, 2012; Aydın, 2012; Can, 2015). Formülasyondaki ve üretim şekillerindeki farklılıklarla pek çok değişik formda üretilen bir ürün olan kek ise; farklı gıdaların una ikame edilmesi, ürünlerdeki ingrediyeentlerin değiştirilmesi ve ürünün zenginleştirilmesi; kalite ile tekstürel, duyuusal ve besinsel özelliklerin artırılması için kullanılan yaygın yöntemlerdir (Gözükara, 2013; Noğay, 2014). Kentleşmenin günlük diyetdeki etkileri ele alındığında, hazır gıdalara olan ilginin artması ve organoleptik özelliklerinin iyi olması nedeniyle hazır kek tüketimi de son yıllarda giderek artmıştır (Uçar, 2011; Gözükara, 2013).

Tüketicilerin doğal katkılara, değişik tatlara ve fonksiyonel özellik gösteren sağlıklı ürünlere yönelmesi ile gıda alanında yürütülen bilimsel çalışmalarda da bu tür yeni gıdaların geliştirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır (Köklü, 2007; Uçar, 2011; Ergün, 2012). Bu bağlamda meyve ve sebze tozlarının kullanımı son zamanlarda ön plana çıkmaktadır (Tuna, 2015). Meyve tozu, değişik yöntemlerle kurutulmuş taze meyvelerde su aktivitesinin düşürülmesi, mikrobiyal bozulmaların engellenmesi ve raf ömrünün artırılmasıyla elde edilen stabil, doğal bir son üründür. Ürüne renk, tat ve aroma vermesi için; meyve suyu, pasta, dondurma, hazır puding, meyveli yoğurt, reçel, şekerleme ve içecek gibi pek çok gıdanın üretiminde halihazırda kullanılmakta olup, bu ürünlerin besin değerini de yükseltmektedir (Gözükara, 2013).

Kamkat Rutaceae familyasının Fortunella cinsinde bir bitki türüdür (Barreca ve ark., 2011; Peng ve ark., 2013). Geleneksel Çin halk tıbbında terapötik olarak kullanılan kamkat meyvesinin, vitamin, mineral, karotenoid, flavonoid, fitokimyasal bileşik ve uçucu yağ içeriğince zengin, antioksidan kapasitesi bakımından yüksek olduğu, son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar ile ortaya konmuştur (Sadek ve ark., 2009; Wang ve ark., 2012; Liu ve ark., 2018).

Yüksek besin değeri ve fitokimyasal içeriğiyle kamkat meyvesi, yüksek ateş, safra kesesi taşı, hazımsızlık, karın ağrısı, hepatit, yüksek tansiyon, iltihaplı hastalıklar, astım, öksürük, zatürre, solunum sıkışıklığı ve boğmaca gibi birçok hastalığın hafifletilmesi ve/veya iyileştirilmesinde tıbbi olarak kullanılabilirken, alerjilere, enflamatuvar hastalıklara, kansere, kılcal kırılgnalık ve damar sertleşmesine karşı da terapötik etki gösterdiği bilimsel çalışmalar ile ortaya konmuştur (Elabd, 2007; Ramful ve ark., 2011; Güney ve ark., 2015; Love ve ark., 2017). Kamkat, çoğunlukla taze meyve olarak tüketilmekle birlikte meyve salataları, içecekler, şeker, marmelat, şarap, likör, turşu ve sos gibi ürünlerde de kullanılmaktadır (Sadek ve ark., 2009; Barreca ve ark., 2011; Wang ve ark., 2012; Peng ve ark., 2013; Jarvis, 2017).

Bu çalışmada; kendine has bir aromaya ve üstün besinsel içeriğe sahip kamkat meyvesinin farklı teknikler (konveksiyonel, mikrodalga, vakumlu kurutma) ile elde edilmiş meyve tozlarının bisküvi ve kek üretiminde kullanım olanakları araştırılmıştır.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Kamkat Meyvesi

Kamkat (*Fortunella Swingle*), Rutaceae familyasının *Fortunella* cinsindeki, Orta Çin'e özgü çalı biçimli ağaç gruplarına ve bu ağaçların meyvelerine verilen genel isimdir (Barreca ve ark., 2011). Fakat çoğunlukla bu ağacın küçük, yuvarlak-oval şekilli, turuncu-sarı renkli, yumuşak, pürüzsüz, ince ve parlak kabuklu narenciye meyvelerini nitelemektedir (Peng ve ark., 2013). Bir asır öncesine kadar *Citrus* cinsine dahil edilen kamkat türü, taksonomik araştırmalar sonucu *Fortunella* cinsine tahsis edilmiş olup, *Citrus japonica* olarak *Citrus sensu lato* içinde de sınıflandırılmaktadır (Barreca ve ark., 2011).

Yaklaşık 2 cm'lik boyutuyla narenciyeler arasındaki en küçük meyve olma özelliğini taşıyan kamkat aynı zamanda; çekirdekleri hariç, kabuğuyla birlikte bütün olarak tüketilmesiyle de diğer narenciyelerden ayrılmaktadır (Peng ve ark., 2013). Meyvenin pulp kısmı ekşi, kabuğu bileşimindeki flavonoidler ve terpenoidler nedeniyle tatlı olup, tüketildiğinde ilk olarak güçlü tatlı, daha sonra hafif buruk eşki bir tada sahiptir (Barreca ve ark., 2011; Wang ve ark., 2012).

Kamkat ilk kez M.Ö. 118 kadar eski bir tarihte Çin literatüründe tanımlanmıştır (Love ve ark., 2017). Kantonca'daki anlamı; altın (kum) ve iyi şans (quat) kelimelerinin birleşimiyle oluşan altın şanstır. Farklı dillerde kumquat, cumquat, jinju ve kinkan olarak adlandırılıp, ülkemizde altın portakal olarak da bilinmektedir. Kamkat, birçok Asya geleneksel töreninde ve dini adağında kullanılan bir meyvedir. Çin'den sonra Japonya ve Tayvan'da da üretimine başlanan kamkat, 1600'lü yılların başında Avrupa'da, 1825'ten sonra da Hawaii'de tanınmış ve üretilmeye başlanmıştır (Peng ve ark., 2013; Love ve ark., 2017). Günümüzde; Filipinler, Çin, Şili, Kore, Japonya, Tayvan, Güneydoğu Asya, Nepal, Güney Pakistan, İran, başta Yunanistan olmak üzere Avrupa, Amerika'nın özellikle Florida, Alabama, Louisiana, Kaliforniya gibi eyaletleri ve Hawaii'de yetiştirilmektedir (Anonim, 2011). Çin yılda 18 000 tonun üzerindeki hasat kapasitesiyle en büyük kamkat üreticisidir (Love ve ark., 2017). Ülkemizde ise son yıllarda uygun iklim koşullarına sahip Akdeniz Bölgesi'nde kamkat yetiştiriciliği için teşvikler vardır (Turgut ve ark., 2015).

Yavaş büyüyen, canlı, verimli, yaprak dökmeyen, çalı formunda, subtropikal bir ağaç olan kamkatın; dalları seyrek, az dikenli veya dikensiz, yaprakları küçük, parlak ve koyu yeşil, çiçekleri ise beyaz olup, ağaç boyu 2.5-4.5 metre arasındadır (Güney ve ark., 2015; Jarvis, 2017; Love ve ark., 2017). Hidrofilik bir ağaç olduğu için su kıyısındaki yerlerde yetiştiğinde meyve verimi yüksektir ve uzun kuraklık dönemlerinde sulanma ihtiyacı vardır (Güney ve ark., 2015). Sıcaklığa toleranslı, kuraklık ve sele karşı duyarlı, soğuğa ise dayanıklıdır. Olgunlaşan ve turuncu rengi kazanan meyveler, Ekim ayının sonundan Nisan ayının başına kadar uzun bir periyotta hasat edilebilmektedir (Jarvis, 2017; Love ve ark., 2017).

Kamkat türleri şu şekilde sıralanabilir (Wang ve ark., 2012; Peng ve ark., 2013):

- *Fortunella margarita Swingle* (Nagami Kamkat),
- *Fortunella japonica Swingle* (Marumi Kamkat),
- *Fortunella crassifolia Swingle* (Jingdan, Meiwa Kamkat),
- *Fortunella hindsii Swingle* (Hong Kong vahşi Kamkat),
- *Fortunella obovata Tanaka*,
- *Fortunella polyandra Tanaka*

2-5 çekirdekli, koyu turuncu renkli, hoş aromalı nagami türü oval kamkat; 1-3 çekirdeğe sahip, nagamiye kıyasla daha küçük boyutlu, ince, tatlı, pürüzsüz kabuklu ve soğuğa daha dayanıklı, altın sarısı rengindeki marumi türü yuvarlak kamkat; kalın kabuklu, az çekirdekli, meyve eti ve suyu tatlı olan meiwa türü ise tatlı kamkat olarak da adlandırılmaktadır (Jarvis, 2017). Tüketiciler tarafından taze tüketime en uygun tür olarak tercih edilen meiwa kamkatın, nagami ve marumi türlerinin doğal bir hibriti olduğu düşünülmektedir (Anonim, 2011).

Kamkatın iklim ve toprak isteği diğer turuncgil meyvelerinkine benzese de diğer narenciyelerden daha dayanıklı bir meyvedir. Hem sahada hem saksıda yetiştirilebilip, en ideal toprak tınlı ve derin topraklardır. Tohumdan yetiştirildiğinde kökler iyi gelişmediğinden, genellikle portakal anaçlarına ya da misket limonu ve greyfurt ağaçlarına aşı ile yetiştirilir. Turuncgillere uygun azot, fosfor ve potasyumlu gübreler ile gübrelenebilmekte ve şekil vermek için de budama yapılabilmektedir. Bitkinin en önemli zararlısı olan Akdeniz meyve sineğinin zararları ise rutin ilaçlamalarla engellenebilir (Jarvis, 2017; Love, 2017; Anonim).

Kamkat 2-4°C’de depolandığında ticari depolarda 1-2 ay, ev tipi buzdolaplarında 2-3 hafta, oda sıcaklığında ise 1-2 gün bozulmadan kalabilmekte olup, dondurularak ya da şeker şurubu içinde de muhafaza edilebilmektedir.

Nakliyede sıkışma sonucu oluşan hasarı önlemek için blister ambalaj kullanımı tercih edilmektedir (Barreca ve ark., 2011).

Kamkat çoğunlukla taze meyve olarak tüketilmektedir (Jarvis, 2017). Taze olarak meyve salataları ve içeceklere eklenebildiği gibi; şeker, marmelat, şarap, likör, turşu ve sos gibi ürünlere de işlenmektedir (Sadek ve ark., 2009; Barreca ve ark., 2011; Wang ve ark., 2012; Peng ve ark., 2013). Kamkat meyve çayı ise kamkatın Tayvan'daki özel bir tüketim şeklidir (Peng ve ark., 2013). Ayrıca şeker şurubu şeklinde gıda endüstrisinde de kullanılmaktadır (Wang ve ark., 2012).

Kamkat; pektin, kalsiyum, fosfor, demir, vitaminler, karotenoidler, flavonoidler ve uçucu yağlar açısından zengin, antioksidan kapasitesi ve fitokimyasal içeriği yüksek bir meyvedir (Wang ve ark., 2012; Liu ve ark., 2018). Yüksek besin değeri ve terapötik özellikleri nedeniyle Fortunella türlerinin meyveleri ve yaprakları geleneksel Çin halk tıbbında kullanılmaktadır (Sadek ve ark., 2009). Günümüzde ise kamkat, biyoaktif bileşenleri ve fonksiyonelliği açısından alternatif tıp, farmakoloji ve gıda alanlarında dikkat çeken bir meyve haline gelmiştir.

2.1.1. Kamkatın besin değeri

Fortunella türlerinin meyveleri ve yaprakları, terapötik özellikleri nedeniyle, geleneksel Çin halk tıbbında uzun yıllardır kullanılmakla beraber, bu türe ait kamkat meyvesinin; vitamin, mineral, karotenoid, flavonoid ve uçucu yağ içeriğinin zengin, antioksidan kapasitesinin yüksek, fitokimyasal içeriğinin ise fazla olduğu, yapılan bilimsel çalışmaların sonucunda açıkça görülmektedir (Sadek ve ark., 2009; Wang ve ark., 2012; Liu ve ark., 2018). Çizelge 2.1.'de Amerika Ulusal Gıda Kompozisyonu Veritabanına (USDA) göre, kamkatın 100 gram çiğ yenilebilir porsiyonundaki besin içeriği ile diğer bazı narenciyelerin besin içeriğinin karşılaştırması verilmiştir (USDA, 2016).

Shanmugavelan ve ark. (2013) yaptıkları bir çalışmalarında, Kore'de sıklıkla tüketilen gıdaların şeker içerik ve kompozisyonunu araştırmış, sonuçta kamkatın, 10.36 g fruktoz/100 g, 9.47 g glikoz/100 g ve 12.42 g sakaroz/100 g içerdiğini tespit etmişlerdir. Yapılan bu çalışmaların ışığında; kamkatın besin içeriğinin önemli bir kısmını karbonhidratların, karbonhidrat içeriğinin büyük kısmını ise şekerlerin oluşturduğu, buna karşın buruk tadının yapısındaki flavonoidler ve terpenoidlerden kaynaklandığı söylenebilmektedir (Wang ve ark., 2012).

Çizelge 2.1. Kamkatın Besin İçeriği (USDA, 2016)

Meyve	Su (g)	Enerji (kcal)	Protein (g)	Toplam Yağ (g)	Karbonhidrat (g)	Toplam Şeker (g)	Toplam Diyet Lif (g)
Kamkat	80.85	71	1.88	0.86	15.90	9.36	6.5
Portakal	86.75	47	0.94	0.12	11.75	9.35	2.4
Mandarin	85.17	53	0.81	0.31	13.34	10.58	1.8
Greyfurt	90.89	32	0.63	0.10	8.08	6.98	1.1
Limon	88.98	29	1.10	0.30	9.32	2.5	2.8

Diğer narenciyeler içerisinde toplam protein, karbonhidrat ve yağ içeriğinin yüksek olmasının yanı sıra, diyet lif miktarının da çok daha fazla olması özellikle dikkat çekmektedir. Diyet lif hem kan şekeri ve kolesterolü düzenlemesi, hem bağırsak sağlığındaki pozitif etkileri, hem de düşük enerjiye sahip olup tokluk hissi oluşturmaları nedeniyle günümüzde önemli bir besin ögesi sayılmaktadır (Burdurlu ve Karadeniz, 2003). Yüksek diyet lif miktarının meydana getirdiği bu pozitif etkiler ve zengin besin içeriği kamkatı hem günlük öğünlerde hem de diyetlerde tercih edilebilir bir meyve konumuna getirmektedir.

Çizelge 2.2. Tayvan Narenciyelerinin Lif İçerikleri (Chang ve ark., 1998)

	Toplam Diyet Lif ¹	Toplam Diyet Lif ²	Çözünebilir Diyet Lif	Çözünemez Selülozsuz Polisakkaritler	Selüloz	Lignin
Kamkat	5.7	34.0	19.4	6.6	5.6	2.5
Portakal	5.4	38.7	21.7	7.7	6.9	2.8
Limon	2.7	28.7	16.4	6.2	5.3	0.9
Ponkan	3.6	25.7	15.4	5.1	3.3	2.0

¹Toplam Diyet Lif: Yenilebilir ağırlıktaki % diyet lif

²Toplam Diyet Lif: Kuru ağırlıktaki % diyet lif

Chang ve ark. (1998) kamkatta; kuru ağırlıktaki % diyet lif, çözünebilir diyet lif, çözünemez selülozsuz polisakkarit, selüloz ve lignin miktarlarının, portakal, limon ve ponkandan farklı olmamasına karşın, kamkatın yenilebilir ağırlığındaki toplam diyet lif miktarının, diğer narenciyelerdekenden yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Yapılan başka bir çalışmada ise portakalın kabuk, posa ve çekirdek kısımlarında, % kuru maddedeki toplam diyet lif içeriği %63.6 ve çözünebilir diyet lif içeriği %17.4 olarak belirtilmektedir (Crizel ve ark., 2013).

Bu veriler doğrultusunda kamkatın diğer narenciyelere kıyasla, sadece toplam diyet lif bakımından zengin olmadığı, ayrıca çözünebilir diyet lif oranının da yüksek olduğu ve bu sebeple sağlığı teşvik etmesi açısından daha nitelikli bir meyve olduğu da ortaya çıkmaktadır.

Bridges ve ark. (1939), Florida'dan temin edilen kamkat örneklerinin pH'sını; 3.70, 4.25, 3.80, 3.64, 4.03 ve 3.68 olarak ölçerek, pH'nın mevsim, orijin, işleme ve yetiştirme koşulları gibi değişik faktörlerden etkilenecek farklılık gösterebileceğini bildirmişlerdir.

Kamkatın mineral içeriği; demir, kalsiyum, potasyum, magnezyum ve sodyum bakımından karşılaştırılan diğer narenciyelerinkinden yüksektir (Çizelge 2.3.). Vitamin içeriği bakımından ise, karşılaştırmalı olarak en iyi B₂ vitamini kaynağı kamkat olup, diğer vitaminlerce de zengindir (USDA, 2016).

Egzotik meyvelerde askorbik asit içeriğinin araştırıldığı bir çalışmada, taze kamkatın yenilebilir kısımlarının askorbik asit içeriği 55.29 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Bu bilgiler ışığında kamkatın; geleneksel narenciyelere iyi bir alternatif olarak görülebileceğini, sağlığı destekleyici doğal bir gıda takviyesi ve günlük diyetle ek C vitamini kaynağı olarak kullanılabileceğini söylemek mümkündür (Vinci ve ark., 1995).

2.1.2. Kamkatın uçucu yağ içerik ve kompozisyonu

Uçucu yağlar; sahip oldukları aroma bileşenleri sebebiyle belli kokuları olan, bitkilerin bütün organlarından organik çözücülerle çözülerek çıkarılabilen, ikincil metabolitlerin oluşturduğu uçucu karışımlar olarak tanımlanır (Fitsiou ve ark., 2016). Kamkattaki uçucu yağın, meyvenin lezzet ve aroma profiline katkıda bulunduğu ve polifenoller, flavonoidler, karotenoidler gibi besinsel değeri olmayan fitokimyasal madde içeriğiyle de insan sağlığında önemli rol oynadığı belirtilmektedir (Wang ve ark., 2012; Güney ve ark., 2015).

Çizelge 2.3. Kamkatın Mineral ve Vitamin İçeriği (USDA, 2016)

Meyve	Fe (mg)	Ca (mg)	K (mg)	Mg (mg)	P (mg)	Na (mg)	Zn (mg)	Vitamin A (IU)	Vitamin B ₆ (mg)	Vitamin C (mg)	Riboflavin (mg)
Kamkat	0.86	62	186	20	19	10	0.17	290	0.036	43.9	0.090
Portakal	0.10	40	181	10	14	0	0.07	225	0.060	53.2	0.040
Mandarin	0.15	37	166	12	20	2	0.07	681	0.078	26.7	0.036
Greyfurt	0.09	12	139	8	8	0	0.07	927	0.042	34.4	0.020
Limon	0.60	26	138	8	16	2	0.06	22	0.080	53.0	0.020

Çizelge 2.4. Kamkat Uçucu Yağındaki Bileşenlerin İçeriği (%) (Güney ve ark., 2015)

Bileşen	<i>F. hindsii</i>	<i>F. crassifolia</i>	<i>F. obovata</i>	<i>F. margarita</i>
Esterler	0.39	-	2.51	-
Terpenler	94.54	91.49	87.28	92.08
Alkoller	2.57	0.90	2.82	3.69
Aldehitler	2.07	1.71	6.08	-
Diğer	0.43	2.21	3.82	4.23

Güney ve ark. (2015) çalışmalarında kamkatın (*F. hindsii*, *F. crassifolia*, *F. obovata*, *F. margarita*) çoklu doymamış yağ asidi içeriğinin (PUFA), doymuş (SFA) ve tekli doymamış yağ asidi (MUFA) içeriğinden fazla olduğunu bildirmişlerdir. Toplam içerikte ise diğerlerine kıyasla daha fazla olan bileşiklerin sırasıyla; SFA'da palmitik asit (C16:0), MUFA'da oleik asidin metil esteri (C18:1 n-9) ve *Fortunella hindsii* haricinde PUFA'da linoleik asidin metil esteri (C18:2n6) olduğuna dikkat çekmişlerdir. Uçucu yağdaki çoklu doymamış yağ asidi miktarının fazla olmasından kaynaklanan besin değerindeki artış ve hastalıklara karşı gösterilen pozitif etkiler, kamkat meyvesinin değerini daha da artırmaktadır. Kamkat türlerinin uçucu yağlarındaki bileşenlerin içeriği Çizelge 2.4.'te ve kompozisyonları Çizelge 2.5.'te verilmektedir.

Çizelge 2.5. Kamkat Uçucu Yağının Bileşenleri (Güney ve ark., 2015)

Bileşen	<i>F. hindsii</i>	<i>F. crassifolia</i>	<i>F. obovata</i>	<i>F. margarita</i>
Pinen	7.39	5.58	6.58	6.98
Terpinolen	1.14	4.06	0.66	1.53
D-Limonen	72.05	70.70	67.78	73.89
α-Terpinen	1.49	0.37	0.14	0.56
β-Mirsen	2.13	3.56	5.40	3.70
β-Fellandren	3.96	2.89	2.2	0.07
δ-Cadinene	0.82	0.02	0.05	0.89
γ-Terpinen	3.61	2.85	2.45	2.07

Kamkat uçucu yağının oransal olarak büyük kısmını terpen bileşikleri oluşturup, terpen bileşikleri arasında miktarsal olarak en fazla olan bileşik ise limonendir (Çizelge 2.4.; Çizelge 2.5.) Kamkattaki d-limonen içeriğinin limondan (%65), mandarinden (%86-90) ve portakaldan (%88-90) yüksek olduğu bildirilmiştir (Güney ve ark., 2015). Beş farklı kamkat türünde (*F. japonica*, *F. margarita*, *F. crassifolia*, *F. obovata*, *F. hindsii*) yapılan başka bir çalışmada ise, d-limonenin (%84.2-96.3) uçucu yağdaki majör bileşen olduğu, limoneni; mirsen (%1.3-12.9) ve D-germakrenin (%0.3-2.4) takip ettiği belirtilmiştir (Sutour ve ark., 2016).

Fortunella margarita türünün uçucu yağının bileşimindeki majör bileşik; %93.8 ve %96.5 arasında değişen oranlarla limonendir. Uçucu yağ kompozisyonunda oransal olarak fazla olan diğer iki bileşik ise sırasıyla; %1.52-2.7 arasında değişen oranlarla mirsen ve %0.93-1.34 arasında değişen oranlarla germakrendir (Kwag ve ark., 1992; Peng ve ark., 2013; Fitsiou ve ark., 2016). Ayrıca *Fortunella margarita* türü; linalool, terpinen-4-ol ve α -terpineol gibi terpen alkollerini de uçucu yağ bileşiminde yüksek oranlarda içermektedir (Peng ve ark., 2013).

Fortunella japonica türünün uçucu yağındaki majör bileşikler buhar distilasyonu metoduyla d-limonen, linalool, mirsen olarak belirlenirken, katı faz ekstraksiyonu metoduyla mirsen, α -pinen, β -phellandrene olarak bildirilmiştir (Umano ve ark., 1994). *Fortunella japonica* kabuğunun uçucu yağ bileşiminin %89'unu terpen bileşiklerinin oluşturduğu belirtilmiş olup, yapılan çalışmalarla uçucu yağ kompozisyonundaki majör bileşikler;

- Limonen (%93.73), mirsen (%1.84), etil asetat (%1.13),
- Limonen (%76.7), mirsen, germakren D, linalool,
- D-limonenin (%51.0), germakrin D (%12.1), β -mirsen (%8.5)

olarak tespit edilmiştir (Choi, 2005; Quijano ve Pino, 2006; Shafaghatlonbar ve Nouri, 2015). *Fortunella crassifolia* kabuğunun uçucu yağ kompozisyonunun %85.42'sini terpenlerin oluşturduğu ve uçucu yağdaki majör bileşenin %74.79'luk oranla limonen olduğu bildirilmiştir (Wang ve ark., 2012).

Narenciyeler üzerinde yapılan araştırmalarda, kabuk yağı bileşiminin önemli bir kısmını oluşturan limonenin aromaya katkısının olmadığı, fakat antioksidan özellik gösterdiği belirtilmekle beraber, kamkatın karakteristik aromasını veren bileşiğin sitronelil asetat olduğu bildirilmiştir (Choi, 2005; Güney ve ark., 2015).

2.1.3. Kamkatın fenolik bileşik içerik ve kompozisyonu

Turunçgillerin sağlık üzerindeki etkileri büyük oranda; antioksidan, C vitamini ve fenolik madde içerikleriyle ilişkili olup, aynı familyada yer alan Citrus ve *Fortunella* cinsleri, fenolik bileşikler açısından birbirlerinden oldukça farklıdır (Ramful ve ark., 2011; Barreca ve ark., 2011; Lou ve ark., 2016).

Ogawa ve ark. (2000) çalışmalarında, Fortunella türünün flavanon içeriğinin Citrus türünden daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Kamkatın majör flavonoid bileşiğinin bir dihidrokalkon glikozit olan 3',5'-Di-C-β-glukopiranozilfloretilin (DGPP) olduğunu da bildirmişlerdir. Dört kamkat türünün kabuk, yaprak ve meyve suyundaki DGPP dağılımı ise Çizelge 2.6.'da gösterilmiştir.

Çizelge 2.6. Kamkat Türlerinin DGPP (3',5'-Di-C-β-glukopiranozilfloretilin) İçeriği (Ogawa ve ark., 2000)

Tür	Kabuk (mg/g km)	Meyve Suyu (mg/g km)	Yaprak (mg/g km)
Meiwa	6.5	2.6	60.2
Marumi	6.8	1.5	47.6
Nagami	15.2	4.6	46.1
Malayan	10.1	10.5	21.3

DGPP'nin narirutin, naringin, hesperidin ve neohesperidin gibi turuncgil flavonoidlerine göre daha özgün bir flavonoid glikoziti olduğu belirtilmekte, kamkat türlerinin yapraklarının da bu bileşiği yüksek miktarda içerdiğine dikkat çekilmektedir. Yine aynı çalışmanın sonucuna göre; Fortunella türlerinin naringenin C-glikolizasyonundan oluşan baskın bir flavonoid-biyosentetik yola sahip olduğu ve floretilin ile flavon yapılarının C-glikolizasyondan sonra oluştuğu, bu nedenle DGPP'nin kamkat türünün karakteristik bileşiği olduğu ifade edilmektedir (Ogawa ve ark., 2000).

Sadek ve ark. (2009) çalışmalarında, kamkat (*F. margarita*) kabuğunun bileşiminde fenolik asitler ve türevlerini tespit ederken, sinapik, p-kumarik ve klorojenik asitler (esterler) ve bunların türevlerini baskın fenolikler olarak belirlemişlerdir. Kamkat kabuğundaki önemli flavonoid sınıflarının ise C-glikolize ile O-glikolize flavonlar, C-glikolize ile O-glikolize flavanonlar, flavonoller ve kalkonlar olduğunu bildirmişlerdir.

Ramful ve arkadaşlarının (2011) farklı narenciye türleri üzerinde yaptıkları çalışmaya göre kamkat (*F. margarita*) meyve eti, toplam fenolik bileşikler açısından yüksek, toplam flavonoidler açısından ise düşük içerikli olarak sınıflandırılmış, pulptaki fenolik bileşik içeriğinin portakal ve mandarinden fazla olduğu rapor edilmiştir. Kamkat meyvesinde flavonoid glikozitlerinden hesperidin ve didymin'in miktarı diğer bileşiklere göre yüksek bulunmuştur.

Kamkat da dahil olmak üzere narenciyelerde, meyve etinin flavonoid ve flavonoid glikoziti içerikleri kabuktakinden düşük bulunmuştur. Kabukta ise albedo kısmında flavanon yoğunluğunun daha fazla olduğu, flavon ve flavonollerin yoğunluğunun meyvenin kısımlarında flavedo> albedo> meyve suyu şeklinde azaldığı bildirilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre, kamkatı diğer narenciyelerden ayıran özelliği kabuğuyla birlikte tüketilmesi olduğu için, fenolik bileşiklerin vücuda alınması açısından kamkat iyi bir kaynak olarak görülmektedir (Ramful ve ark., 2010).

Olgun ve olgunlaşmamış nagami kamkatın kabuk ve pulp kısmında fenolik ve flavonoid bileşik içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada, kamkattaki fenolik bileşiklerin hidrofilik olduğu ve en uygun solventin 90°C'deki su olduğu bildirilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar Çizelge 2.7.'de gösterilmektedir. Bu çalışmada hem fenolik hem de flavonoid içeriğinin olgunlaşmayla azaldığı görülmekte, bu durumu Barreca ve arkadaşlarının (2011) yaptığı çalışmanın sonuçları da desteklemektedir. Yine bu çalışmanın sonucunda; en yüksek flavonoid içeriği kamkat kabuğunda bulunmuş ve hem kabukta hem de pulpta tespit edilen çoğu bileşiğin çözünür konjuge flavonoidler olduğu görülmüştür. Olgunlaşmış ve olgunlaşmamış meyvenin kabuk bileşiminde, C-glikolize majör bileşen DGPP ve O-glikolize majör bileşen fortunellin olarak tespit edilmiştir (Lou ve ark., 2016).

Çizelge 2.7. Kamkatın (*F. margarita*) Fenolik Bileşik ve Flavonoid İçeriği (Lou ve ark., 2016)

Çözücü		Toplam Fenolik				Toplam Flavonoid			
		Olgunlaşmamış		Olgunlaşmış		Olgunlaşmamış		Olgunlaşmış	
		Kabuk	M. Eti	Kabuk	M. Eti	Kabuk	M. Eti	Kabuk	M.Eti
		(mg GAE/100g km)				(mg QE/100g km)			
Sıcak Su	80°C	3000	1540	1362	799	288	156	173	98
	90°C	2984	1930	1042	768	326	207	153	95
	100°C	2346	1477	1014	861	265	159	160	103
Etanol	%50	1848	1129	919	746	132	53	54	28
	%60	1823	1093	956	720	147	72	68	25
	%70	1836	1139	937	733	179	80	80	44
	%80	1832	1206	984	724	215	55	93	36
	%95	1537	1204	551	571	241	90	122	46
Metanol		2082	1375	1096	848	218	57	128	56

Olgunlaşmamış kamkatın (*F. margarita*) flavonoid kompozisyonu ve içeriğinin kurutma şartlarından nasıl etkilendiğinin araştırıldığı çalışma sonunda tespit edilen on beş flavonoid bileşikten miktarsal açıdan önem arz edenler ise Çizelge 2.8.'de verilmektedir (Lou ve ark., 2015).

Çizelge 2.8. Taze ve Kurutulmuş Kamkat (*F. margarita*) Meyvesinin Flavonoid İçeriği (Lou ve ark., 2015)

Bileşik	Kurutulmuş Kamkat (mg/ 100 g)	Taze Kamkat (mg/ 100 g)
DGPP	1979	285.9
Margariten	942	136.2
İzomargariten	824	119.1
Fortunellin	197	28.5
Apigenin 8-C-neohesperidozit	117	16.9
Poncirin	35	5.1
Rhoifolin	14	2.0

C-glikolize flavonoid bileşiklerin kamkat meyvesinde baskın olduğu belirtilmekle beraber, olgunlaşmamış örneklerin hem taze hem kurutulmuş formundaki majör bileşik DGPP ve diğer önemli iki bileşik ise margariten ile izomargariten olarak tespit edilmiştir. Ayrıca 110 ve 130°C'de 1.5 saate kadar geçen sürede kurutma işlemiyle örneklerdeki flavonoid miktarı artmış, 1.5 saatten sonra azalmaya başlamış, 150°C'deki kurutma işleminde flavonoid içerik azalmıştır. Bu veriler ışığında kamkat için kurutma sıcaklık ve süresinin 130°C'den ve 1.5 saatten az olması önerilmektedir (Lou ve ark., 2015).

Barreca ve ark. (2011) çalışmalarında, kamkat (*F. japonica*) suyunda on üç fenolik bileşik tespit etmişler ve olgunlaşmanın bu bileşikler üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonuçları Çizelge 2.9.'da verilmektedir. Sonuçlara göre hem ham hem olgun kamkat suyunda en çok bulunan fenolik bileşik, meyvenin pulp ve yapraklarında ana bileşen olarak da tanımlanan, bir dihidrokalkon türevidir olan 3',5'-Di-C-β-glukopiranozilfloretilin (DGPP) olarak bulunmuştur.

Çizelge 2.9. Kamkat (*F. japonica*) Meyve Suyunun Fenolik Bileşik İçeriği (Barreca ve ark., 2011)

Bileşen		Olgunlaşmamış (mg/L)	Olgunlaşmış (mg/L)
C-glikolize Flavonlar	Acacetin 3,6-Di-C-glukozit	İz Miktarda	İz Miktarda
	Lucenin-2 4'-metil eter	İz Miktarda	İz Miktarda
	Apigenin 8-C-neohesperidozit	0.81	0.26
	Acacetin 8-C-neohesperidozit	1.32	0.60
	Acacetin 6-C-neohesperidozit	1.77	0.70
O-glikolize Flavonlar	Rhoifolin	0.15	İz Miktarda
	Acacetin 7-O-neohesperidozit	2.72	0.82
O-glikolize Flavanonlar	Narirutin 4'-O-glukozit	0.23	İz Miktarda
	Hesperidin	0.64	0.28
	Didymin	0.33	İz Miktarda
	Poncirin	0.44	0.20
C-glikolize Dihidrokalonlar	Floretin 3',5'-Di-C-β glukozit	62.49	19.94
	Vicenin-2	0.13	İz Miktarda

Çizelgede diğer bileşiklerin hepsinin 3.0 mg/L'den düşük miktarda olması ve özellikle olgun kamkatta fenoliklerin iz miktarda bulunması dikkat çekerken, olgunlaşmayla toplam flavonoid içeriğinin 71.2 mg/L'den 23.1 mg/L'ye düştüğü görülmektedir. Bu doğrultuda olgunlaşmamış kamkat suyunun olgunlaşmış kamkat suyuna göre daha fazla flavonoid içerdiği söylenebilmekte, bu sonuç yazarın daha önceden *Citrus myrtifolia* üzerine yaptığı çalışmanın sonucunda öne sürdüğü olgunlaşmayla flavonoid içeriğinin düşmesi fikrini desteklemektedir (Barreca ve ark., 2011).

2.1.4. Kamkatın antioksidan kapasitesi

Oksidatif stres, reaktif oksijen türleri üretimi ve DNA hasarıyla vücutta hastalık oluşumuna etki eder (Fitsiou ve ark., 2016). Reaktif oksijen türleri ise patogeneizde etkili olup, kanser, diyabet, kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıkların oluşması ile yaşlılık üzerinde büyük rol oynarlar (Ramful ve ark., 2010). Antioksidan maddeler hidrojen-elektron verici yetenekleri ve metal şelatlama etkileriyle; reaktif oksijen türlerini söndürebilmekte, serbest radikalleri temizleyebilmekte, antialerjik, antiaterojenik, antienflamatuvar, antimikrobiyal, antitrombotik etki gösterebilmekte, böylece oksidatif hücresel hasara karşı vücudu koruyarak hastalıkları önleyebilmektedir (Ramful ve ark., 2010; Ramful ve ark., 2011; Fitsiou ve ark., 2016).

Bu bağlamda yapılan çalışmalar, fenolik bileşiklerin ve uçucu yağların antioksidan özellik göstererek sağlık üzerinde iyileştirici ve teşvik edici rolü olduğunu belirtmektedir (Ramful ve ark., 2010). Flavonoidler; antioksidatif aktivitesi, serbest radikal süpürme kapasitesi, koroner kalp hastalığını önlemesi, antikanser aktivitesi, anjiyogenezi inhibe etmesi, antimikrobiyal ve antiviral özellikleri sebebiyle gıdalardaki önemli bir kimyasal gruptur ve beslenmedeki değeri gitgide artmaktadır (Sadek ve ark., 2009; Barreca ve ark., 2011).

Narenciyeler, uçucu yağ ve fenolik bileşik içerikleriyle antiaterojenik, antienflamatuar, antitümör ve güçlü antioksidan aktivite gibi biyolojik özelliklerin geniş bir yelpazesini sergilemekte, bu etkilerinden dolayı da günlük diyetle antioksidanlar için önemli bir gıda kaynağı olarak kabul görmektedir. Turunçgil fenoliklerinin yapısı ve antioksidan kapasitesi arasındaki bağın araştırıldığı çalışmaların sonuçlarına göre; flavonoidlerin glikolizasyonu ile antioksidan aktivite azalırken, hidroksilasyon ve C₂-C₃ çift bağı varlığı ile antioksidan aktivitenin arttığı gözlenmiştir. Ayrıca narenciyelerde flavedo tabakasının antioksidan maddeler için iyi bir kaynak olduğu ifade edilerek, flavedo tüketiminin hastalıklara karşı potansiyel bir korunma mekanizması olabileceği belirtilmiştir (Ramful ve ark., 2010).

Fitsiou ve ark. (2016), aromatik bitkilerin uçucu yağları üzerine yaptıkları çalışmada, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil radikal süpürücü aktivite (DPPH) ve 2,2-azinobis radikal süpürücü aktivite (ABTS) yöntemlerini kullanarak örneklerin serbest radikal süpürme yeteneklerini araştırmış ve sonuçta kullanılan örneklerin (kamkat (*F. margarita*), nane, fesleğen, anason) zayıf in vitro antioksidan kapasiteye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Kamkatın antioksidan kapasitesi ABTS yönteminde diğer örnekler arasında en düşük seviyede (6.7%), DPPH yönteminde yüksek (34.5%) çıkmıştır. Antioksidan kapasitedeki bu fark yağların davranışlarındaki farklılıkla ve kamkat uçucu yağının majör bileşeni olan limonenin, DPPH radikalini süpürmede ABTS katyonundakinden daha etkili olmasıyla açıklanabilmektedir.

Ayrıca kamkatın antimikrobiyal özellik göstermediği, buna karşın kamkat esansiyel yağının hem *Saccharomyces cerevisiae* hem de *Aspergillus niger* üzerinde önemli derecede antifungal özellik gösterdiği tespit edilmiştir. Ek olarak kamkat uçucu yağının kanser hücrelerine karşı antiproliferatif etki de gösterdiği bildirilmiştir (Fitsiou ve ark., 2016).

Ramful ve ark. (2010) narenciye flavedo ekstraktlarında flavonoidleri ve antioksidan kapasiteyi araştırdıkları çalışmada, en yüksek fenolik içeriğe sahip meyvenin en yüksek antioksidan kapasiteye de sahip olduğunu bildirmişlerdir. Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasitesi (TEAC), Ferrik Azaltıcı Antioksidan Gücü (FRAP) ve Hipoklorik asit (HOCl) temizleme faaliyetleri yöntemlerini kullanarak antioksidan özellikleri belirledikleri analizlerin sonucunda, kamkatın (*F. margarita*) flavedo fraksiyonunun antioksidan kapasitesinin, her üç yöntemde de portakal, mandarin ve limon gibi sık tüketilen narenciyelerinkinden düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca hasat zamanının antioksidan kapasite üzerine fazla bir etkisinin olmadığı belirtilmiş ve sahip olduğu tespit edilen bu düşük antioksidan aktivite, flavedo tabakasındaki fenolik bileşik içeriğinin diğer narenciyelerinkinden düşük oluşuyla açıklanmıştır. Yine de diğer turunçgillerin aksine kabuğuyla beraber tüketildiği için kamkat meyvesi, antioksidan kapasitesi bakımından avantajlı konumdadır.

Ramful ve ark. (2011) yaptıkları bir çalışmalarında, hasat zamanının flavedoda olduğu gibi pulpta da antioksidan kapasite üzerine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Kamkat (*F. margarita*) ile diğer narenciyelerin meyve etinde, TEAC değerleri arasında kayda değer bir fark bulunmamasına karşın, diğer turunçgiller arasında en yüksek FRAP ve en düşük HOCl değerine kamkatın sahip olduğunu da bildirmişlerdir. Ayrıca en yüksek fenolik bileşik içeriğine sahip kamkat örneklerinin (1412 ve 1694 µg/g FW), en yüksek TEAC ile FRAP değerleri ve en düşük IC₅₀ değerine sahip olduğu eklenmiştir. Bu veriler narenciyeler arasında kamkat meyve etinin yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunun göstergesidir.

Fenolik bileşikler ile antioksidan kapasite arasında elde edilen güçlü korelasyonlar yorumlandığında, bu konuda önceden yapılmış çalışmalar da göz önüne alınarak, kamkatın antioksidan aktivitesinin sadece fenolik bileşiklerden kaynaklandığını söylemek doğru bir ifade olmamakla birlikte, fenolik bileşiklerin oynadığı rol dikkate alınarak, antioksidan kapasiteyi birden çok fitokimyasal maddenin sinerjik etkisinin oluşturduğu söylenebilmektedir (Ramful ve ark., 2011).

Lou ve arkadaşları (2016) yaptıkları bir çalışmada, sıcak su ekstraksiyonu ile elde edilmiş kamkat (*F. margarita*) ekstraktlarının radikal yakalama potansiyelini, diğer çözücülerdekine (metanol, etanol) göre daha yüksek bulmuşlardır. En yüksek radikal temizleme aktivitesi olgunlaşmamış kamkat kabuğunda 90°C'deki sıcak su ekstraksiyonunda elde edilirken, sıcaklık artışıyla antioksidan aktivitenin azaldığı bildirilmiştir. Kamkatın radikal yakalama aktivitesi ve fenolik bileşik içeriği arasında

doğrusal bir ilişki olduğu öne sürülmektedir. Olgunlaşmamış kamkat kabuğundan 90°C'deki sıcak su ekstraksiyonuyla izole edilen fenolik bileşiklerin, DPPH radikal yakalama potansiyeli üzerine etkileri incelendiğinde ise, en etkili iki bileşiğin DGPP ve margariten olduğu bildirilmiştir.

Lou ve ark. (2015) yaptıkları bir çalışmalarında, olgunlaşmamış kamkatın (*F. margarita*) 110, 130 ve 150°C'de kurutulmasıyla DPPH radikal yakalama aktivitesinin, hem sıcaklık hem de kurutma süresinin artmasıyla arttığını bildirmişlerdir. Kurutma süresi yarım saatten 2 saate çıkartıldığında, DPPH radikal yakalama aktivitesi; 110°C'de 12.07'den 13.33 %/mg/mL'ye ve 130°C'de 12.90'dan 18.55 %/mg/mL'ye yükselmiştir. Radikal yakalama aktivitesindeki en bariz artış ise 130°C'de 1.5 saat kurutma ile elde edilmiştir. Çalışma sonunda yüksek sıcaklıkta uzun süreli kurutma işleminin radikal yakalama potansiyelini, dolayısıyla antioksidan kapasitesini artırdığını, yüksek antioksidan aktivite elde etmek için ise kritik noktanın süre olarak 1.5 saat ve sıcaklık olarak 130°C olduğunu bildirmişlerdir.

Olgunlaşmış ve olgunlaşmamış kamkattan elde edilen meyve sularında fenolik bileşik içeriği ve antioksidan aktivitenin araştırıldığı çalışmada, serbest radikal yakalama aktivitesi DPPH ve ABTS yöntemleriyle ölçülmüştür. Bu çalışmada hem olgun hem de olgunlaşmamış örneklerin DPPH radikallerine karşı önemli antioksidan etkinlik gösterdiği, fakat örneklerin ABTS radikallerine karşı etkinliğinin DPPH radikallerininkinden daha fazla olduğu rapor edilmiştir. Olgunlaşmış meyvelerden elde edilen meyve suyu serbest radikallere karşı olgunlaşmamış örnektekinden daha fazla etkinlik göstermiş olup, olgun ve olgunlaşmamış örneklerden elde edilen değerler sırasıyla; DPPH için 14.73 ve 8.57 μM TE, ABTS için 20.78 μM TE ve 19.35 μM TE olarak bulunmuştur (Barreca ve ark., 2011).

Yine aynı çalışmada, antioksidan aktivitenin DPPH'de yaklaşık %79'unu ve ABTS'de yaklaşık %93'ünü oluşturmasıyla flavonoidler, olgunlaşmamış kamkatın antioksidan aktivitesinin büyük bir kısmından sorumlu bileşikler olarak tespit edilmiştir. Buna karşın, olgun kamkat suyunun toplam flavonoid içeriği, antioksidan aktivite üzerinde DPPH'de yaklaşık %34 ve ABTS'de yaklaşık %38 etkinlik göstermektedir. Bu durum olgun kamkat suyundaki antioksidan aktivitede diğer bileşenlerin de sorumlu olduğuna işaret etmektedir (Barreca ve ark., 2011).

Çalışmada dikkat çeken bir diğer nokta ise, DPPH radikal yakalama aktivitesinin neredeyse yarısını (yaklaşık olarak olgun örnekte %40 ve olgunlaşmamış örnekte %57) ve ABTS radikal yakalama aktivitesinin ise neredeyse tamamını (yaklaşık olarak olgun örnekte %84 ve olgunlaşmamış örnekte %81) kamkatın majör fenolik bileşiği olarak tanımlanan DGPP'nin oluşturmasıdır. Bu bilgiler ışığında, antioksidan özellikleri ve biyoaktif besin içeriğiyle kamkat, sağlığın korunmasında önemli bir gıda maddesi olarak görülmektedir (Barreca ve ark., 2011).

Shafaghatlonbar ve Nouri (2015), kamkat (*F. japonica*) kabuk ve çekirdeğinin uçucu yağının radikal yakalama aktivitesini araştırarak kabuk için IC₅₀ değerini 112 µg/mL ve çekirdek için IC₅₀ değerini 165 µg/mL elde etmişlerdir. Her iki yağın da önemli antioksidan aktiviteye sahip olduğunu belirterek, kamkat meyvesinin gıda ve ilaç sektöründe kullanımının faydasına dikkat çekilmektedir. Genovese ve ark. (2014) ise *Fortunella japonica*'da sekonder metabolitler olan GOFA ve boropinik asitin biyolojik aktif özelliklerini belirtmiş ve sağlık üzerinde antienflamatuar bir ajan gibi görev yaptığını bildirmişlerdir.

2.1.5. Kamkatın insan sağlığı üzerine etkisi

Fortunella türlerinin meyve ve yaprakları geleneksel Çin halk tıbbında, özellikle soğuk algınlığı ve öksürük için yüzyıllardır kullanılmakla beraber, antidepresan, balgamin atılması ve alkol zehirlenmesinin azaltılması için kullanıldığı da bilinmektedir (Ogawa ve ark., 2001; Güney ve ark., 2015; Liu ve ark., 2018).

Terapötik etkilerinden yola çıkılarak kamkat üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda; kamkatın iyi bir vitamin ve antioksidan kaynağı olduğu ve yüksek ateş, safra kesesi taşı, hazımsızlık, karın ağrısı, hepatit, yüksek tansiyon, astım, öksürük, zatürre, solunum sıkışıklığı ve boğmaca gibi birçok hastalığın hafifletilmesi ve/veya iyileştirilmesinde tıbbi olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Elabd, 2007; Ramful ve ark., 2011; Love ve ark., 2017). Ayrıca kamkat yağının alerjilere, enflamatuar hastalıklara, kansere, kılcal kırılabilirlik ve damar sertleşmesine karşı terapötik etki gösterdiği de belirtilmiştir (Güney ve ark., 2015).

Kamkat kabuk yağının içeriğindeki monoterpenlerin antitümör etki gösterdiği, kamkattaki majör monoterpen olan d-limonenin ise kanseri önlediği bildirilmiştir (Güney ve ark., 2015). Kamkattaki kriptoksantin, zeaksantin ve luteinin göz sağlığına faydası belirtilmiştir (Love ve ark., 2017).

Genovese ve ark. (2014), polifenollerin prenilasyonunun farmakolojik etkinliği artırdığını ve kamkatta tespit ettikleri 4'-geraniloksiferulic asitin, fare deneylerinde antienflamatuar, nöroprotektif ve kolon kanserine karşı kemopreventif etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca GOFA ve boropinik asitin diğer fitokimyasallarla sinerjik etkisinin önemine dikkat çekmişlerdir.

Lou ve ark. (2016), kamkat meyve çayının solunum yolu hastalıkları için popüler bir içecek olduğunu belirterek, kamkatta tespit edilen bileşiklerden; DGPP'nin tirozinaz aktivitesini inhibe ettiğini, floretin ile asasetinin kanseri önleyici etki gösterdiğini ve poncirinin ise mide hastalıklarına karşı koruyucu olduğunu bildirmişlerdir.

Sağlık için iyi bir antioksidan kaynağı olan kamkat, antimikrobiyal özelliğiyle de gıdaların korunmasında sentetik koruyuculara karşı doğal bir alternatif olarak görölmektedir (Sadek ve ark., 2009; Fitsiou ve ark., 2016).

Gıda ve ilaç endüstrisinde kolay erişilebilir biyoaktif madde potansiyeli ve kabuğuyla birlikte bütün olarak tüketim avantajıyla kamkat, farmasötik alanında veya yeni fonksiyonel gıda üretiminde yeni fırsatlar sunan önemli bir meyvedir (Aruoma ve ark., 2012; Genovese ve ark., 2014; Güney ve ark., 2015; Fitsiou ve ark., 2016).

2.2. Gıdalarda Kurutma

Kurutma; ürünün nem içeriğinin ısı ve kütle transferi yardımı ile buharlaştırılarak üründen uzaklaştırılması olarak tanımlanır (Parlak, 2014; Alibaş, 2015; Tokdemir ve ark., 2018). Kurutma sistemi ise; buharlama, ısıtma, nem alma vb. birimlerden oluşan, ürünün belli bir süre içerisinde, istenen kuruluk değerine indirgenmesine olanak veren ünitelerin bütünü olarak tanımlanabilir (Ceylan ve ark., 2006; Tokdemir ve ark., 2018). Gıda ürünleri için kurutma yöntemi, bilinen en eski muhafaza yöntemlerinden birisidir (Parlak, 2014; Alibaş, 2015).

Gıdaların nem içerikleri %30-90 aralığındaki geniş bir skalada değişiklik göstermekte olup, yüksek nem içeriği ve tarımsal ürünlerin hasat sonrasında solunuma devam etmesi bozulma üzerindeki etkili faktörlerdir (Parlak, 2014; Sarı ve Karaaslan, 2014; Alwazeer, 2018). Bu bağlamda gıdalardaki kurutmanın temel amacı; ürünün sahip olduğu nem miktarını düşürüp, dolayısıyla su aktivitesini (aw) belli bir değerin altına indirerek, ortamdaki mikrobiyal gelişmeyi sınırlandırmak, özellikle aflatoksin oluşumunun önüne geçmek, enzim aktivitesini düşürmek, böylece kimyasal, enzimatik ve mikrobiyal bozulmalara karşı gıdayı korumaktır (Ceylan ve ark., 2006; Parlak, 2014;

Kutlu ve ark., 2015; Alwazeer, 2018). Kurutma işleminin diğer amaçları; uzun süreli depolamalarda gıdanın bozulmasını engellemek, raf ömrünü artırmak, daha zengin besin değeri ve lif içeriğine sahip ürün elde etmek, aroma gibi kalite özelliklerini muhafaza etmek, ürünün paketlenme, taşıma, depolama verimliliğini artırırken maliyeti azaltmak, nemin minimum enerjiyle uzaklaştırılması ve çözeltiler ya da atık sulu karışımlardan yan ürünleri geri kazanmak olarak sıralanabilir (Ceylan ve ark., 2006; Gürlek ve ark., 2015; Kutlu ve ark., 2015; Alwazeer, 2018; Tokdemir ve ark., 2018). Bütün bu özelliklere sahip olmasından dolayı kurutulmuş ürünler taze ürün pazarına karşı iyi bir alternatif olarak görülmektedir (Erbay ve Küçüköner, 2008).

Kuruma işlemi başlıca 3 evreden oluşmaktadır;

- 1- Kuruma; artan sıcaklıkla, içerisindeki su ile beraber ürünün sıcaklığının da arttığı ve neticede kurutma sıcaklığına eriştiği “ısınma evresi” ile başlar.
- 2- Ürünün özelliklerinden bağımsız olarak dış koşullarca, ürünün yüzeyinde kaplı olan su tabakasının buharlaştığı, “sabit hızla kuruma evresi” ile devam eder. Sabit bir hızla yüzeydeki su buharlaşırken aynı hızla ürün içerisinden yüzeye de bir nem iletimi söz konusudur. Bu evrede sabit hızda buharlaşmanın bitip, ürün yüzeyinin tamamen su ile kaplı olma durumunu yitirdiği noktaya “kritik nokta” denilmektedir.
- 3- Birim zamanda buharlaşan nem miktarının, dolayısıyla kuruma hızının azaldığı “azalan hızla kuruma evresi” ile sona erer. Bu evrede ilk olarak, ürün içerisinden yüzeye olan nem iletimi yavaşladığından, ürün yüzeyindeki su tabakası kaybolur ve iç kısımlardan daha fazla kuruduğu için yüzeyde kabuk oluşumu, büzüşme ve çatlamlar oluşur. Tüm yüzey kuruyup ürün sıcaklığı ortam sıcaklığına eriştiğinde bu evre sona erer (Kara, 2008; Özel, 2010).

Kurumaya etki eden faktörler; ürünü kurutacak havanın sıcaklığı, bağıl nemi, hızı ve atmosfer basıncı, ürünün kendine özgü kimyasal bileşimi ve boyutundaki irilik, şekil, kalınlık gibi fiziksel faktörlerdir (Parlak, 2014; Kutlu ve ark., 2015). Kurutma havasının sıcaklığı ve hızı arttıkça kuruma hızı artmakta, ürünün kalınlığı arttıkça kuruma hızı azalmaktadır. Bileşimindeki yağ oranı fazla olan gıdalarda kuruma sınırlanırken, fazla miktarda nişasta, pektin ve şeker içeren gıdalar da zor kurumaktadır (Kutlu ve ark., 2015). Tüm bu faktörler kurutma performans ve kalitesi üzerinde etkili olup, endüstride genellikle suyun kaynama noktasından düşük sıcaklıklarda kurutma yapılmaktadır (Tokdemir ve ark., 2018).

Kurutma şartlarına göre değişiklik göstermekle beraber, proses sırasında ürünün tip ve içeriğine göre oluşan fiziksel, kimyasal, fizikokimyasal değişimler, ürünün kalitesinin, besin değerinin ve albenisinin azalmasına neden olabilmektedir. Bu değişimlerden fiziksel olanlar; kabuk bağlama, dokusal değişimler, rehidrasyon yeteneği, kimyasal olanlar; renk değişimleri, esmerleşme reaksiyonları, lipit oksidasyonu, fizikokimyasal değişimler ise; mikroorganizmaların inaktivasyonu, vitamin ve protein kayıpları olarak sıralanabilir (Dadalı, 2007; Lüle, 2014).

Yaklaşık 100 tanesinin kullanımı yaygın olmakla birlikte, kurutma endüstrisinin çeşitli alanlarında kullanılan, 500’den fazla kurutucu çeşidi vardır. Bunun sebebi; kurutma prosesinin ülkelerin toplam enerji tüketiminde önemli bir paydaya sahip olmasından meydana gelen, enerji verimi yüksek, daha az alanda, daha kısa sürede, daha yüksek kaliteli ürün elde etmeye imkân veren yeni kurutma yöntemlerinin arayışıdır. Buna karşın işlem kolaylığı ve düşük maliyeti sebebiyle geleneksel kurutma yöntemleri halen en yaygın kullanılan kurutma yöntemidir (Parlak, 2014; Sarı ve Karaaslan, 2014; Alwazeer, 2018).

Kurutma yöntemleri doğal ve yapay kurutma olarak iki ana kısımdan oluşmaktadır. Yapay kurutma ise ısı transfer şekline göre; kondüksiyon ile, konveksiyonel, radyasyon ile kurutma şeklinde sınıflandırılrsa da vakum, dondurarak, mikrodalga ve dielektrik yöntemle kurutma da bu sınıflandırmaya dahil edilebilmektedir (Dadalı, 2007; Lüle, 2014).

2.2.1. Kurutucu çeşitleri

Gıdaların doğal şekilde kurutulması güneşte kurutularak yapılmakla beraber, endüstride pek çok farklı kurutucu tipi kullanılmaktadır. Bunlar arasında en çok kullanılan kurutucu çeşitleri; tepsili, fırın, kabin, tünel, akışkan yatak, pnömatik, döner, püskürtmeli, dondurmalı, kızılötesi (IR), dielektrik ve ozmotik kurutucular olarak sıralanabilir.

2.2.2. Konveksiyonel kurutma

Sıcak hava ya da gazın ürün ile etkileşimi sonucunda nemli materyale havadaki ısınn konveksiyonla aktarıldığı bu yöntemde, hava ve ürün arasındaki ısı transferi ile buharlaşma meydana gelerek üründen su uzaklaştırılır.

Buharlařma sırasında ürün etrafında buhar basıncı yüksek, neme doymuş bir tabaka oluşup buharlaşma hızını yavaşlatsa da, kurutucu havanın hızı ve sıcaklığıyla buharlaşma şartları kontrol edilebilir. Konvektif kurutmada enerji tüketimi fazla ve ısıl etkinlik dūřuktur (Lüle, 2014).

2.2.3. Mikrodalga kurutma

Görünür ışık ile radyo dalgaları arasında, 300 MHz ile 300 GHz frekans aralığındaki frekanslara sahip elektromanyetik dalgalara mikrodalga denir. Mikrodalga fırınlar en basit şekilde, yalıtkan hazne, fan, güç kaynağı, dalga yayıcı ve elektriği mikrodalgaya dönüştüren magnetron tüpünden meydana gelmektedir. Mikrodalga kurutmada, dielektrik özellikteki ürünün bünyesinde bulunan polar moleküller, değişen elektrik alanla birlikte titreşmeye başlar ve meydana gelen sürtünme sonucu, ürün içerisinde elektromanyetik enerjinin termal enerjiye dönüşmesiyle oluşan ısınma, nemin üründen uzaklaşmasını sağlar. Mikrodalga yöntemiyle; dūřuk enerji değerleriyle, ürün kalitesi korunarak, hızlı bir şekilde kolay kurutma yapmak mümkündür. Buharlaştırılan serbest su miktarı, iletimle uzaklaştırılan miktara oranla daha fazladır. Prosesteki ve son ürün üzerindeki pozitif etkilerinden dolayı, mikrodalga kurutma yöntemi gitgide yaygınlaşmaktadır (Dadalı, 2007; Erbay ve Küçüköner, 2008; Lüle, 2014; Sarı ve Karaaslan, 2014; Kutlu ve ark., 2015; Arda, 2017).

2.2.4. Vakumlu kurutma

Ürünün konulduğu ortama vakum uygulanmasıyla basıncın, dolayısıyla suyun kaynama noktasının dūřürölerek, üründen nemin dūřuk sıcaklıklarda uzaklaştırılması prensibine dayanan vakumlu kurutmada, hem sıvı hem katı formdaki ürünler diğer yöntemlere kıyasla daha kısa sürelerde kurutulabilmektedir. Ayrıca kurutma ortamında hava bulunmadığından üründe gerçekleşebilecek oksidasyon reaksiyonlarının önüne geçilmektedir. Bu yöntemle elde edilen son ürünlerin renk, tekstür, aroma, tat ve kalitesi yüksek düzeyde korunurken; ekonomik bir yöntem olmaması sebebiyle genellikle ısıya duyarlı ürünlerin kurutulmasında ya da çok dūřuk nem seviyesine sahip ürünlerin elde edilmesinde kullanılmaktadır (Dadalı, 2007; Erbay ve Küçüköner, 2008; Özel, 2010; Arda, 2017).

Farklı kurutma yöntemlerinin bazı avantaj ve dezavantajları Çizelge 2.10.'da özetlenmiştir.

Çizelge 2.10. Farklı Kurutma Yöntemlerinin Bazı Avantaj ve Dezavantajları

Yöntem	Avantaj	Dezavantaj
Güneşte Kurutma	Özel donanım ve karmaşık teknolojiye gerek olmaması Tükenmeyen, saf enerji	Kuruma süresi yavaş Ürün dokusunda bozulma İşlem alanının fazla olması Üründe kontaminasyon Besin ve kalite kaybı Homojen olmayan kurutma Üründe fermantasyon riski
Konveksiyonel Kurutma	Yatırımı az Çalışması kolay	Verim az Kuruma süresi fazla
Mikrodalga Kurutma	Hızlı ve kolay Üründe besin ve kalitenin korunması Üründe daha fazla ve homojen ısınma Enerjide tasarruf Üründe daha az dokusal bozulma	İlk yatırım maliyeti yüksek Daha fazla emniyet gereksinimi
Vakumlu Kurutma	Kurutma süresi kısa Üründe bozulmalar engellenir Besin ve kalite özellikleri üst düzeyde korunur	Yatırım maliyeti yüksek Ekonomik değil

Kurutulmuş gıdalar besinsel anlamda yoğun bir nitelikte olup, hem kurutulmuş haliyle direkt olarak hem de hazır çorba, bebek maması, hazır yemekler gibi farklı ürünlerde katkı olarak kullanılmaktadır (Erbay ve Küçüköner, 2008). Ayrıca gelişen teknolojiyle beraber toz haline getirilmiş gıdaların katkı maddesi olarak kullanılmasıyla ilgili çalışmalar yapılmaya devam etmektedir (Tokdemir ve ark., 2018).

2.3. Bisküvi

Bisküvi, kek ve kraker, yumuşak buğday unundan üretilen ürün grupları olup, bisküviyi diğerlerinden ayıran özellikleri görünüşü, tadı ve üretiminde kullanılan un tipidir (İnkaya, 2008).

Latinedeki kökeni “bi costus” ve eski Fransızcadaki kökeni “bescoit” olan bisküvi kelimesi, sıcak fırında pişirildikten sonra kurumasi için daha soğuk bir fırında bekletilmesinden ileri gelen “iki kez pişirilmiş” anlamı taşımaktadır (Can, 2015; Ulutürk, 2018). Türk Standartları Enstitüsü’nün hazırladığı TS 2383 nolu Bisküvi Standardına göre bisküvi; “tahıl unu içine kabartıcı, beyaz şeker, yemeklik tuz, yemeklik bitkisel yağ ve gerektiğinde glikoz, invert şeker, süt tozu, yumurta, peynir altı suyu tozu, nişasta ve mevzuatta katılmasına izin verilen maddeler ile gerektiğinde çeşni maddeleri katılarak, içilebilir su ile yoğrulduktan sonra, şekil verilip, pişirilerek hazırlanan mamul” şeklinde tanımlanmaktadır (Acun, 2011; Demirel, 2017). En basit şekilde ise bisküvi; tahıl ürünlerinin kimyasal olarak fermente edilerek kabartılması ve pişirilmesiyle üretilen ürün olarak tanımlanabilir (Ulutürk, 2018).

Bisküvideki temel ingrediyeñtler kabartma tozu, tuz, buğday unu, şortening, şeker ve su olmakla beraber, formülasyon ve yapım aşamalarındaki değışikliklere göre farklı bisküvi çeşitleri de üretilmektedir (Ulutürk, 2018). Bisküvi çeşitleri ve bu çeşitlerin birbirinden farklı Çizelge 2.11.’de gösterilmektedir (Çınar, 2018).

Ekmek, kek gibi diğeryer hububat ürünleriyle karşılaştırıldığında, düşük nem içeriklerinden ileri gelen uzun raf ömrü ve mikrobiyal bozulmalara karşı dayanıklılık gibi avantajları, bisküviyi diğeryer tahıl ürünleri arasında farklı kılmaktadır. Formülasyondaki bileşikler son ürünün kalitesi üzerinde oldukça etkiliyken, pişirme süresi ve sıcaklığı da önemli rol oynamaktadır (Ulutürk, 2018).

Çizelge 2.11. Bisküvi Çeşitleri ve Özellikleri (Çınar, 2018)

Çeşit	Özellikleri
Krakerler	Kırılgan, gözenekli yapıda Tuzlu
Sert/Tatlı-Yarı Tatlı Bisküviler	Düşük yağ ve şeker içerikli Güçlü hamur yapısına sahip Pişirme sonrası nem oranı %1.5-3.0’e kadar düşmektedir
Kesme Hamur Bisküviler	Yüksek oranlarda şeker ve yağ içeriğine sahip Hamur nem içeriğı oldukça düşük
Kurabiyeler	Çok daha fazla miktarda şeker ve yağ içeriğine sahip Pişirme ortamında yüksek nem oranı gerekli

Bisküvideki temel kalite kriterleri; boyut, tekstür ve renktir. Boyutta etkili olan yayılma oranı ise; hem kalitede hem de ambalajlamada önem arz eden bir kriter olup, formülasyondaki şeker ve karbonat oranından etkilenmektedir (Ulutürk, 2018). Bisküvideki tekstürel faktörlerden en önemlisi gevrekliktir ve shortening ile yumuşak buğday unu kullanımı, üründe istenilen gevrekliğin elde edilmesini sağlar (İnkaya, 2008; Ulutürk, 2018). Tat ve tekstürün yanı sıra, ürün rengi de kabul edilebilirlik açısından önemli bir parametredir. Ayrıca, nişasta jelatinizasyonu ile alakalı bir proses olduğu için bisküvi üretiminde glutenden kaynaklanan kalite kayıplarına rastlanmaz (Ulutürk, 2018).

Bisküvi üretiminde kullanılan hamur tipleri ve özellikleri Çizelge 2.12.'de verilmektedir (İnkaya, 2008). Bisküvilerde pişirme işlemi; bisküvi yapı ve tekstürünün geliştiği birinci faz, nem içeriğinin azaldığı ikinci faz ve ürün yüzeyinde renk gelişiminin olduğu üçüncü faz ile gerçekleşir (Çınar, 2018).

Çizelge 2.12. Bisküvi Hamur Tipleri ve Özellikleri (İnkaya, 2008)

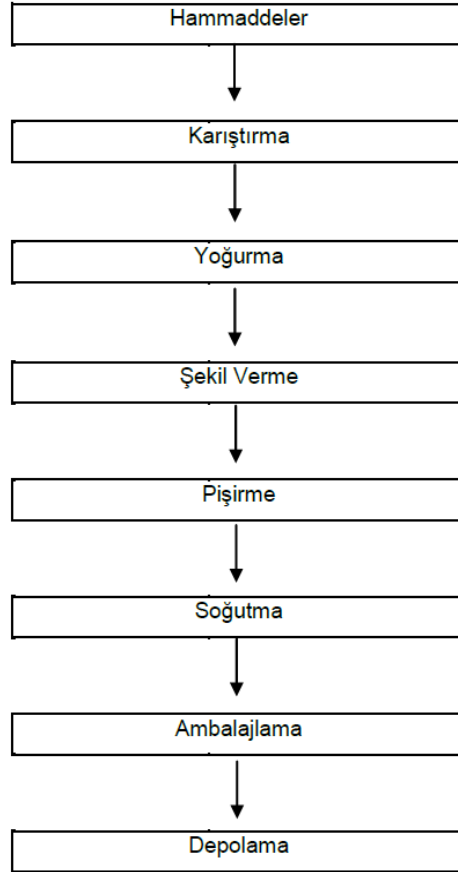
Hamur Çeşidi	Hamur özellikleri
Rotatif (döner-kalıp) Hamur	Yüksek şeker ve (plastik) shortening, çok az su içeriği Ufalanmış yapıda, topakçıklı, sert, elastik olmayan hamur yapısı Hamur yoğrulurken gluten oluşmamalı
Keski hamuru	Daha fazla su, daha az şeker ve yağ içeriği Hamur yoğrulurken gluten yapısı gelişir
Tel kesme hamuru	Yumuşak, akışkan ve yağlı hamur yapısı

Bisküvi gibi nem içeriği düşük gıdalar; eski zamanlarda gezgin, asker ve denizcilerin beslenmesinde temel teşkil ederken, günümüzde farklı çeşit ve bileşimde bisküvi üretiminin yapılmasıyla, yalnızca belirli gelir seviyesindeki insanların tüketebildiği bir ürün olmaktan çıkmış ve geniş bir kitlenin tüketimine sunulmuştur (Can, 2015) . Bisküvinin diğer unlu mamüllere kıyasla daha cazip bir ürün olmasının ve daha çok tüketilmesinin nedenleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir: (İnkaya, 2008; Aydın, 2014; Demirel, 2017; Ulutürk, 2018)

- Hazır gıda olması
- Besin kalitesinin iyi olması
- Doyurucu olması
- Ucuz olması

- Bayatlamadan uzun süre muhafaza edilebilmesi,
- Uzun raf ömrü
- Pek çok çeşit ve lezzette olması

Bisküvi üretim akım şeması Şekil 2.1.'de verilmiştir (Aksoylu, 2012).



Şekil 2.1. Bisküvi Üretim Akım Şeması

Bisküvi, atıştırılabilirlik olarak ya da öğün dışı beslenmede tüketimi dünya çapında oldukça fazla olan bir ürün olup, ülkemizde kişi başı yıllık ortalama tüketimi 5-6 kg'dır (Aydın, 2014; Demirel, 2017; Ulutürk, 2018). Gıda alanında ekonomik olarak önemli ve %3-4 gibi büyüme oranında, hızla gelişen bir sektördür ve dünya çapında yılda yaklaşık 15 milyon ton üretim kapasitesine sahiptir (Demirel, 2017). Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre, 2011 yılı itibariyle Türkiye'de toplam yaklaşık 605 bin ton bisküvi üretimi gerçekleştirilmekle beraber, teknolojik ve bilimsel çalışmaların da ilerlemesiyle, ülkemizde bisküvi endüstrisi giderek gelişen bir sanayi kolu haline gelmiştir (İnkaya, 2008; Aydın, 2014).

2.4. Kek

Unlu mamuller içerisinde ekmek ve bisküviden sonra en çok tüketilen ürün olup, çok değişik yöntemler ve formülasyonlar ile üretilebildiği için birçok farklı çeşidi olan kek, en genel ifadeyle; %8-9 protein içeriğine sahip yumuşak buğday unu, şeker, yağ, yumurta, kabartma tozu, su, süt, lezzet verici baharat ve çerezler ile gerekli hallerde bazı katkı maddeleri kullanılarak hazırlanmış yumuşak hamurdan, usulüne göre pişirilmiş hazır gıda maddesi olarak tanımlanabilmektedir (Ergün, 2012; Giritlioğlu, 2017; Topkaya, 2017).

TS 13375 hazır kekler (sade, çeşnili ve dolgulu) standardında (TSE, 2008) ise hazır kek; “buğday unu veya tahıl unları ve/veya karışımları, beyaz şeker, yemeklik bitkisel yağ, yumurta, tuz, kabarmayı sağlayıcı maddeler, çeşni maddeleri, dolgu maddeleri ve diğer katkı maddelerinin, su eklenerek karıştırıldıktan sonra tekniğine uygun biçimde işlenerek şekil verilebilmesi ve pişirilmesi suretiyle hazırlanan, ambalajlı olarak tüketime sunulan mamul” şeklinde tanımlanmaktadır (Giritlioğlu, 2017).

Kekler genellikle formülasyondaki bileşenlerine ya da üretim şekillerine göre sınıflandırılmakla beraber, şekillerine göre; top, dilim, baton, kalıp, pasta altı ve bar kekler olarak da sınıflandırılabilir. Bunların yanı sıra; baharatlı (hindistan cevizi, zencefil, tarçın vb.), peynirli (krem peynir vb.) ve çikolatalı (kakao ya da çikolata çözültüsü) kekler de mevcuttur (Uçar, 2011; Ergün, 2012; Giritlioğlu, 2017).

Kek üretimindeki temel hammaddeler; un, yumurta, şeker, yağ, su, süt, kabartma tozu, yüzey aktif madde, tuz ve vanilyadır (Köklü, 2007; Ergün, 2012). Kekte, formülasyondaki bileşenlerin niteliklerine ve uygulanan teknolojik prosese bağlı olarak ürün niteliği değişmekte; hammaddelerin miktar ve işlevleri son ürünün kaliteyi önemli ölçüde etkilemekte ve çeşitliliği sağlamaktadır (Köklü, 2007; Ergün, 2012; İlgöy Gözükar, 2013; Noğay, 2014). En genel şekliyle; ingredientlerden un, yumurta beyazı, sütte bulunan kuru maddeler ve tuzun ürüne sertlik verdiği, şeker, yumurta sarısı ve yağın ise kekin yapısını yumuşattığı söylenebilir (Bozdoğan, 2015). Kek üretimindeki ingredientler ve hamur bileşimine olan etkileri Çizelge 2.13.’te verilmektedir. Bu bileşenlerden oluşan karışım ise üründe istenilen tekstür, hacmi ve tadı oluşturur (Köklü, 2007; Ergün, 2012; Noğay, 2014; Giritlioğlu, 2017).

Çizelge 2.13. Kek İngrediyentleri ve Hamur Bileşimine Etkileri

Bileşen	Kek hamuruna etkisi
Un	Yapı düzenleme
Yumurta	Yapı düzenleme, Hamurun kabarması, Ürüne besin ögesi, renk ve lezzet katkısı
Şeker	Tatlandırma, Gevrekleştirme, Raf ömrünü uzatma
Süt/su	Nemlendirme, Nişasta jelleşmesine, bileşenlerin homojen dağılmasına ve testürel özelliklere katkı
Kabartma tozu	Gaz üretme, Homojen gözenek yapı oluşumuna katkı, Üründe hazmı kolaylaştırma,
Yüzey aktif maddeler	Bileşenlerin homojen karışmasını sağlama
Yağ (shortening)	Yeme kalitesini geliştirme, Aromaya katkı, Hacim, kabuk ve içyapıya etki, Hamur stabilitesini artırma, Ürünün üniform olmasını sağlama, Ürün içinde nem kaybını önleyerek raf ömrünü uzatma,

Kek hamurunda ortamdaki serbest suyu tutan nişasta kaynağı; kül, zedelenmiş nişasta, protein, alfa amilaz aktivitesi, pH değeri düşük olan yumuşak buğday unudur (Giritlioğlu, 2017). Hamur bileşimindeki şeker, proteinlerin denatürasyon ve nişastanın jelatinizasyon sıcaklığını artırarak, hamur gözeneklerinin stabilizasyon süresini uzatmakta ve karbondioksit ile su buharının da yardımıyla hamurdaki hava kabarcıklarının kek hamurunu genişletmesine, böylece daha hacimli, simetrik kekler elde edilmesine olanak tanımaktadır (Noğay, 2014; Giritlioğlu, 2017).

Kek hamuru katı ingrediyentlerin sıvı faz içerisinde dağıldığı, su içinde yağ emülsiyonudur. Hamur bileşimindeki tüm ingrediyentlerin karıştırma ve pişirme süresince birbirleriyle etkileşimleri, ürünün tekstürel kalitesinden, özellikle de kek kalitesi için çok önemli bir parametre olan ve ürün içinde pek çok hava gözeneklerinin oluşumuyla meydana gelen yüksek kek hacminden sorumludur. Pişirme sırasında ise; sıcaklık artışıyla nişasta jelatinizasyonu ve protein denatürasyonu meydana gelir, karbondioksit miktarı artarak hava gözenekleri genişler, bunun sonucunda ise gözenekli, yumuşak ve yarı katı bir yapıda kek oluşur (Alifakı, 2013; Bozdoğan, 2015).

Kekin pişmesi için gerekli koşullar; hamurdaki şeker-sıvı miktarından, hamurun viskozitesinden, pişirme kaplarının büyüklüklerinden etkilenmektedir ve pişirme sıcaklığı ile pişirme süresi arasında ters orantı vardır. Genellikle yüksek şeker içerikli ve büyük kaplardaki kek hamurları düşük sıcaklıklarda pişirilmektedir (Ergün, 2012).

Keklerin tüketici tarafından çokça tercih edilmesinin nedenleri;

- Lezzetli ve doyurucu olması
- Kolay elde edilebilir olması
- Herkes tarafından ulaşılabilen bir hazır gıda olması
- Organoleptik özelliklerinin iyi olması
- Farklı çeşit ve lezzette üretilbildiğinden her türlü tüketiciye hitap edebilmesi

olarak sıralanabilir (İlgöy Gözükara, 2013; Tuna, 2015). Ayrıca beslenme alışkanlıklarındaki değişim ve şehirleşme oranının artması ile kek, gerek ara öğünlerde gerekse atıştırmalık olarak tercih edilen ve çokça tüketilen bir gıda haline gelmiştir (Ergün, 2012).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmamızda kullanılan Nagami Kamkat (*Fortunella margarita*) meyvesi, Antalya Batı Akdeniz Tarımsal Araştırmalar Merkezi'nde (BATEM) 2019 yılı Şubat ayında hasat edilen örneklerden temin edilmiştir. Üretimlerde kullanılan buğday unu (Efsane Un, Aydın, Türkiye), şeker, pudra şekeri, shortening, fruktoz şurubu, tuz, süt, süt tozu, mısır nişastası, karbonat, kabartma tozu, vanilya ve yumurta Konya piyasasından temin edilmiştir. SSL ve DATEM, Saray Bisküvi ve Gıda San. A.Ş.'den (Konya, Türkiye) temin edilmiştir. Yumurta, shortening ve süt, üretimin yapılacağı gün taze olarak satın alınmış, kullanılana kadar buzdolabı koşullarında 4°C'de muhafaza edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme deseni

Üç farklı yöntemle (konveksiyonel, mikrodalga ve vakumlu kurutma) kurutulup öğütülerek toz haline getirilen kamkat meyveleri, 4 farklı oranda (%0, 10, 20 ve 30) un yerine ikame edilerek bisküvi ve kek üretiminde kullanılmıştır. Tüm denemeler, iki tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Denemeler %100 buğday unu ile üretilen kontrol örneğine karşılık, 4 x 3 x 2 faktöriyel deneme desenine göre yürütülmüştür (Düzgüneş ve ark., 1987).

Çizelge 3.1. Üretim Deneme Deseni

Yöntem	Bisküvi	Kek
	Oran (%)	
Konveksiyonel Kurutma	0	0
	10	10
	20	20
	30	30
Mikrodalga Kurutma	0	0
	10	10
	20	20
	30	30
Vakumlu Kurutma	0	0
	10	10
	20	20
	30	30

3.2.2. Kamkat tozu üretimi

Temin edildikten sonra kullanımına kadar 4°C’de muhafaza edilen kamkat meyveleri, kurutma prosesinden önce yıkanarak, silindirik şekilde, 2 mm kalınlığında, elde dilimlenmiştir. Yapılan ön denemelerin sonuçlarından elde edilen verilere göre, dilimlenen meyveler üç farklı yöntem ile %14-16 nem içeriğine kadar kurutulmuştur. Çizelge 3.2.’de kurutma yöntem ve parametreleri gösterilmektedir.

Çizelge 3.2. Kurutma Yöntem ve Parametreleri

Yöntem	Parametre
Konveksiyonel Kurutma	70°C sıcaklıkta 2 saat 40 dakika
Mikrodalga Kurutma	360 Watt (W) güçte 50 dakika
Vakumlu Kurutma	70°C sıcaklıkta 100 mmHg mutlak basınçta 2 saat

Tepsilere tek sıra olarak dizilen kamkat dilimleri, tepsili kurutucuda (Eksis, Türkiye) konveksiyonel olarak kurutulmuştur. Kurutma sıcaklığı ve süresi ön denemeler sonucunda belirlenmiştir. En uygun kurutma parametresi olan 70°C sıcaklıkta, 2 saat 40 dakika süre ile kamkat meyveleri kurutulmuştur.

Kamkat dilimleri filtre kağıdı üzerine tek sıra olacak şekilde dizilip, çok fonksiyonlu mikrodalga fırında (LG SolarDOM, Kore), değişik mikrodalga güçlerinde (90, 180, 360, 600, 900 W) kurutma denemeleri yapılmıştır. Örneklerin kuruması düşük mikrodalga güçlerinde uzun sürerken, yüksek güç (600, 900 W) değerinde meyve dilimlerinde yanmalar meydana gelmiştir. Ön denemeler sonucunda en uygun kurutma parametresi olarak 360 W mikrodalga gücü ve 50 dakika süre belirlenmiş olup, kamkat meyveleri bu şartlar altında kurutulmuştur.

Filtre kağıtlarına dizilmiş kamkat dilimleri vakumlu etüve (JSVO-60T, Kore) yerleştirilerek 70°C sıcaklıkta, 100 mmHg mutlak basınçta, 2 saat süreyle kurutulmuştur. Sıcaklık seçimi, vakumlu kurutma yöntemi ve etüvde kurutma yönteminin aynı sıcaklık değerinde olması göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Ön denemelerde belirli aralıklarla, kurumaya bırakılan örneklerin ağırlık tartımı yapılmış, örneklerin istenen nem içeriğine düşmesi için gerekli süre, kurutma süresi olarak kabul edilmiştir.

Kurutulan örnekler, laboratuvar tipi bir öğütücü (Alveo, Konya, Türkiye) ile 500 μ elekten geçecek şekilde öğütölüp meyve tozu haline getirilmiştir. Meyve tozları, üretime kadar geçen sürede ve üretimden sonra, hava almayacak şekilde, kapaklı cam kavanozlarda, oda sıcaklığında ($\sim 24^{\circ}\text{C}$) muhafaza edilmiştir.

3.2.3. Bisküvi üretim metodu

AACC Standart No:10-54 üretim metodu modifiye edilerek bisküvi üretiminde kullanılmıştır. Bisküvi formülasyonunda kullanılan ingrediyeñtler ve miktarları Çizelge 3.3.'te verilmektedir.

Çizelge 3.3. Bisküvi Formülasyonu

Bileşen	Miktar (g)
Buğday unu	100
Pudra şekeri	42
Shortening	40
Fruktoz şurubu	1.5
Tuz	1.25
Süt tozu	1
Sodyum bikarbonat	1.5
Su	21 (ml)

Kamkat tozu ikameli bisküvi üretiminde; kurutulmuş meyve tozları, buğday unu ağırlığının %0, 10, 20 ve 30'u olacak şekilde dört farklı oranda, formülasyonda kullanılmıştır. Tüm bileşenler mikserde (Kenwood KMX, Kenwood Ltd., İngiltere) 8 dakika yoğrulmuş, elde edilen hamur 5.0 mm kalınlığında açılarak, 55.0 mm çaplı kesme kalıbıyla kesilerek bisküvilere nihai şekli verilmiştir. Bisküviler alüminyum tepsilerde, $160\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki fırında (Vestel SF8401, Türkiye) 15 dakikada pişirilmiştir.

3.2.4. Kek üretim metodu

Alp (2006)'in kek üretim metodu modifiye edilerek, Çizelge 3.4.'te belirtilen formülasyon ile üretimler yapılmıştır.

Yumurta ile şeker mikserde (Kenwood KMX, Kenwood Ltd., İngiltere) çırpılıp krema görüntüsü aldıktan sonra, shotening ve fruktoz şurubu ilave edilerek homojen bir karışım elde edilene kadar çırpılmaya devam edilmiştir.

Ardından, diğer tüm ingrediyeñter de karışma eklenip tekrar çırpılmış ve kek hamuru hazırlanmıştır. Kamkat tozu ikameli kek üretiminde ise; kurutulan meyve tozları, buğday unu ağırlığının %0, 10, 20 ve 30'u olacak şekilde dört farklı oranda, formülasyonda kullanılmıştır. Kek hamuru eşit boyuttaki kalıplara döküldükten sonra 160°C sıcaklıkta 50 dakika süreyle mini fırında (BEKO MF6, Türkiye) pişirilmiştir.

Çizelge 3.4. Kek Formülasyonu

Bileşen	Miktar (g)
Buğday unu	100
Şeker	88
Yumurta	80
Shortening	72
Kabartma Tozu	1.6
Tuz	1.6
Vanilya	1.6
Mısır Nişastası	8
SSL	0.24
Datem	0.24
Süt	8 (ml)

3.2.5. Hammadde ve ürünlerdeki fiziksel analizler

3.2.5.1. Renk analizi

Kamkat tozu, bisküvi ve kek örneklerin renk okumaları 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).

3.2.5.2. Tekstür analizi

Bisküvi ve kek örneklerinin sertlik ölçümleri, tekstür analiz cihazı (TA-XT Plus, Stable Micro Systems Ltd., Surrey, İngiltere) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bisküvi örneklerinde bir gün sonra, kek örneklerinde ise 1. ve 3. günde tekstür ölçümleri yapılmıştır. Bisküvi örnekleri için 3 noktalı kırma probu, kek örnekleri için ise 36 mm silindir prob kullanılmıştır. Bisküvi analizi, Adeola ve Ohizua'nın (2018) kullandığı metot modifiye edilerek, 3 mm/sn ölçüm hızı ve 5 mm'lik bir mesafe ile uygulanmıştır.

Kek analizi ise AACC (74-09) standart metoda göre, 1.7 mm/sn ölçüm hızı ve %40 gerilme ile uygulanmıştır.

3.2.6. Hammadde ve ürünlerdeki kimyasal analizler

3.2.6.1. Nem tayini

135°C de 2.5 saat normu uygulanarak AACC 44-19'a göre yapılmıştır (AACC, 1990).

3.2.6.2. Kül tayini

Kül analizi AACC 08-01'e göre, örneklerdeki organik bileşiklerin 550°C'deki kül fırınında yakılması suretiyle tespit edilmiştir (AACC, 1990).

3.2.6.3. Ham protein tayini

Kjeldahl yöntemiyle AACC 46-12'ye göre yapılmıştır. Analizler kuru madde esasına göre yapılmıştır (AACC, 1990).

3.2.6.4. Ham yağ tayini

AACC 30-25 metodu kullanılmıştır (AACC, 1990). Kuru madde esasına göre yapılan analizde, örnekler hekzan ile otomatik yağ ekstraksiyon cihazında (Velp SER 148/6, Usmate, İtalya) ekstrakte edildikten sonra, solvent uzaklaştırılmış ve elde edilen yağ miktarlarından % ham yağ hesaplanmıştır.

3.2.6.5. Karbonhidrat içeriği hesaplaması

Karbonhidrat değerleri, % CHO = $100 - (\% \text{ nem} + \% \text{ protein} + \% \text{ yağ} + \% \text{ kül})$ formülü ile hesaplanmıştır (Karaağaoğlu ve ark., 2008).

3.2.6.6. Enerji içeriği hesaplaması

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

3.2.6.7. Toplam fenolik madde (TFM) tayini

Toplam fenolik madde analizi, Folin-Ciocalteu Metodu kullanılarak spektrofotometrik olarak yapılmıştır.

Örnekler (4 g), asitlendirilmiş metanol (HCl/metanol/su, 1:80:10, h/h) içerisinde (4 ml), 2 saat boyunca su banyosunda ($24\pm 1^\circ\text{C}$) çalkalanarak ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon sonunda örnekler, 3000 rpm’de 10 dakika süre ile santrifüj edilmiş ve supernatant elde edilmiştir (Gao ve ark., 2002, Beta ve ark., 2005).

Daha sonra; 0.1 ml supernatant, 0.5 ml Folin-Ciocalteu reaktifi (%10’luk, h/h, suda) ve 1.5 ml sodyum karbonat çözeltisi (%20’lik, a/h, suda) deney tüpünde karıştırılmış, 2 saat oda sıcaklığında ($24\pm 1^\circ\text{C}$) karanlıkta bekletilerek inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda da çözeltilerin absorbens değerleri 760 nm de spektrofotometrede (Libra S60, Biochrom Ltd., Cambridge, İngiltere) okunmuştur. Analiz sonunda elde edilen absorbens değerlerinden, toplam fenolik madde miktarının galik aside (mg GAE/g) eşdeğer olacak şekilde hesaplaması yapılmıştır (Slinkard ve Singleton, 1977, Gamez-Meza ve ark., 1999).

3.2.6.8. Fitik asit tayini

Analiz, Haug ve Lantzsch (1983)’e göre kolorimetrik metot kullanılarak yapılmıştır. Örnekteki fitik asit, hidroklorik asit çözeltisi ile ekstrakte edilmiş ve demir III çözeltisi ile çöktürülmüştür. Serum kısmında kalan demir miktarı, 519 nm dalga boyundaki spektrofotometrede absorbens okuması yapılarak belirlenmiş ve elde edilen absorbens değerlerinden fitik asit miktarı hesaplanmıştır (Haug ve Lantzsch, 1983).

3.2.7. Bisküvi örneklerinde gerçekleştirilen analizler

3.2.7.1. Çap, kalınlık, yayılma oranı tayini

Bisküvi örneklerinde çap ve kalınlık değerleri AACC Standart Metot No: 10-54 (AACC, 1990)’te belirtildiği şekilde dijital kumpas (0.001 mm, Mitutoyo, Tokyo, Japonya) kullanılarak ölçülmüştür. Bisküvilerde çap (mm) ve kalınlık (mm) belirlendikten sonra yayılma oranı, bisküvi çaplarının (mm), kalınlıklarına (mm) oranlanmasıyla elde edilmiştir.

3.2.8. Kek örneklerinde gerçekleştirilen analizler

3.2.8.1. Hacim ve simetri tayini

Keklerin hacim ve simetri indeksleri AACC Metot 10-91’ e göre milimetrik şablon kullanılarak ölçülmüştür.

Kekler soğutulduktan sonra dikey olarak merkezlerinden kesilmiş, milimetrik kağıt ile hazırlanan şablonun üzerine kesilmiş yüzeyleri gelecek şekilde yerleştirilmiş ve B, C, D yükseklikleri milimetrik şablondan okunmuştur. Hacim indeksi (mm) $B+C+D$ ve simetri indeksi (mm) $2C-B-D$ formülleri ile hesaplanmıştır (AACC, 1990).

3.2.8.2. Hamur pH'sı

pH ölçümleri üretim için hazırlanan hamurlarda digital pH metre (S220 SevenCompact pH/Ion Benchtop Meter, Mettler Toledo, ABD) kullanılarak ölçülmüştür.

3.2.8.3. Ağırlık tayini

Üretimde hazırlanan kek hamurları 130'ar g olacak şekilde eşit boyuttaki kalıplara tartılmıştır. Pişirme sonrasında keklerin 1 saat soğuması beklenerek, örneklerin ağırlığı ölçülmüştür.

3.2.9. Duyusal analiz

Örnekler, Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümündeki öğretim elemanları, yüksek lisans ve doktora öğrencileri arasındaki 12 kişi tarafından duyusal analize tabi tutulmuştur. Duyusal değerlendirme kriterleri bisküvi için; renk, koku, tat, görünüş, gevreklik ve genel beğeni olarak, kek için ise; renk, koku, tat, görünüş, gözenek yapısı, çiğnenebilirlik ve genel beğeni olarak belirlenmiştir. Değerlendirmeler 1-5 arasındaki skala, 1-kötü, 3-kabul edilebilir ve 5-oldukça iyi olacak şekilde yapılmış ve sonuçta elde edilen verilerin tümü ortak değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

3.2.10. İstatistik analiz

2 tekerrürlü olarak yürütülen denemeler sonunda elde edilen veriler JMP istatistik programı, 14.0.1 versiyonu (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur, farklılıkları istatistiki olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları ise, Tukey HSD testi ile karşılaştırılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Hammadde Analiz Sonuçları

Hammaddelere ait renk analizi sonuçları Çizelge 4.1.'de, kimyasal ve besinsel analiz sonuçları ise Çizelge 4.2.'de özetlenmiştir.

4.1.1. Renk analizi sonuçları

Hammaddelerin L^* değerleri 70.29 ile 92.48 arasında değişim göstermiş, en yüksek L^* değeri buğday ununda elde edilmiştir. a^* değerleri -0.62 ile 7.76 arasında değişirken, vakumlu kurutmaya elde edilmiş kamkat tozunun en yüksek a^* değerine sahip olduğu görülmüştür. b^* değerleri ise 11.12 ile 62.00 arasında değişim göstermiş ve konveksiyonel kurutmaya elde edilen kamkat tozunun en yüksek b^* değerine sahip hammadde olduğu görülmüştür (Çizelge 4.1).

Kurutulmuş gıdalarda L^* değerinin yüksek, a^* ve b^* değerlerinin düşük olması istenen özelliklerdir (İnanoğlu, 2017). Renk değerleri genel olarak değerlendirildiğinde; meyve tozlarının L^* değerlerinin kurutma teknikleri arasında sırasıyla mikrodalga, vakum, konveksiyonel kurutma şeklinde azaldığı görülmüştür. Michalska ve ark. (2016), erik tozu üzerine yaptıkları çalışmada, mikrodalga ve vakumlu kurutma ile elde edilen ürünlerin parlaklığının, konveksiyonel kurutmadakine göre daha fazla (L^* değerleri sırasıyla; konveksiyonel kurutmada 60 ve 70°C'de 51.8 ve 53.6; mikrodalga kurutmada 1.2 W/g, 4.8 W/g ve 4.8/1.2 W/g güçte 64.3, 45.8 ve 59.4; vakumlu kurutmada 60°C'de 70.9) olduğunu bildirmişlerdir.

L^* değerlerindeki farkın sebebi mikrodalga tekniğinde sıcaklık ile kurutma süresinin ve vakumlu kurutma tekniğinde ise kurutma süresinin konveksiyonel kurutmaya kıyasla düşük olması ile açıklanabilmektedir.

Çalışmamızdaki hammaddelerin renk değerleri arasında kurutma tekniğine bağlı olarak istatistiksel açıdan anlamlı farklar vardır. Tian ve ark. (2016) shiitake mantarının kurutulması üzerine yaptıkları çalışmanın renk ölçümlerinde; konveksiyonel, mikrodalga ve vakumlu kurutmada a^* değerlerini sırayla, 5.58, 5.94, 6.41 ve b^* değerlerini sırayla 13.47, 12.51, 16.48 olarak ölçümlemişlerdir.

Beaudry ve ark. (2004) ise kıvılcık meyvesinin farklı yöntemlerle kurutulması üzerine yaptıkları çalışmalarında konveksiyonel, mikrodalga ve vakumlu kurutma tekniklerinde a^* değerlerinin sırasıyla, 33.06, 29.2, 31.3 ve b^* değerlerinin sırasıyla 14.4, 12.8 ve 13.1 olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.1. Hammaddelerin Renk Analizi Sonuçları¹

Örnek	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
Un	92.48±0.01 ^a	-0.62±0.01 ^d	11.12±0.02 ^d
Konveksiyonel	70.29±0.02 ^d	5.02±0.01 ^b	62.00±0.01 ^a
Mikrodalga	71.94±0.01 ^b	4.68±0.02 ^c	55.96±0.01 ^b
Vakumlu	71.20±0.02 ^c	7.76±0.04 ^a	55.28±0.10 ^c

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05); *L**: Parlaklık, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri

Çizelge 4.2. Hammaddelerin Kimyasal ve Besinsel Analiz Sonuçları¹

Örnek	Nem (%)	Kül ² (%)	Ham Yağ ² (%)	Ham Protein ^{2,3} (%)	TFMM ^{2,4} (µg GAE/g)	Fitik Asit ² (mg/100 g)
Un	11.18±0.06 ^b	0.62±0.02 ^b	0.92±0.06 ^a	11.44±0.22 ^a	819.53±7.16 ^c	245.53±8.59 ^a
Konveksiyonel	16.05±0.67 ^a	2.18±0.01 ^a	0.77±0.04 ^a	0.98±0.02 ^b	6172.80±52.65 ^b	25.74±0.38 ^b
Mikrodalga	14.32±0.34 ^{ab}	2.18±0.01 ^a	0.81±0.01 ^a	1.04±0.03 ^b	6568.74±45.55 ^a	18.96±0.52 ^b
Vakumlu	15.62±0.93 ^{ab}	2.15±0.01 ^a	0.77±0.02 ^a	1.11±0.04 ^b	6598.94±14.54 ^a	19.68±0.47 ^b

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05); ²Kuru madde üzerinden hesaplama yapılmıştır; ³Un için N x 5.70 ve Kamkat tozları için N x 6.25 faktörü kullanılmıştır; ⁴TFMM: Toplam fenolik madde miktarı

Vakumlu kurutmada ortamdaki oksijen seviyesinin düşük olmasının renk pigmentlerinin oksidasyonunu engellemesi ve mikrodalga kurutmada sıcaklığın düşük olması, bu yöntemlerle elde edilen meyve tozlarının sarılık ve kırmızılığının konveksiyonel kurutmaya göre farklı olmasının muhtemel sebepleridir.

4.1.2. Kimyasal ve besinsel analiz sonuçları

Hammaddelerin nem değerleri %11.18 ile %16.05 arasında, kül değerleri ise %0.62 ile %2.18 arasında değişmiştir. En düşük nem ve kül içeriğine sahip hammaddenin buğday unu olduğu görülmüştür. Farklı tekniklerle elde edilen meyve tozlarının nem değerleri arasında deskriptif farklılıklar olmakla birlikte, istatistiki olarak hem nem hem de kül değerlerinde farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$) (Çizelge 4.2). Genel olarak meyve tozlarının nem ve kül miktarları buğday unundan daha yüksek bulunmuştur.

Öztürk ve ark. (2018) yaptıkları bir çalışmalarında, denizhiyarının sırasıyla; konveksiyonel ve mikrodalgada kurutulmasıyla, nem içeriğini %6.86 ve %6.04 olarak, kül içeriğini ise %38.16 ve %32.78 olarak tespit etmişlerdir. Dewi ve ark. (2011) köpek balığı etinin sırasıyla; konveksiyonel ve vakumlu kurutma tekniklerindeki, nem içeriğinin %24.57 ve %24.70 olduğunu, kül içeriğinin ise %6.21 ve %6.07 olduğunu bildirmişlerdir.

En yüksek ham yağ (%0.92) ve ham protein (%11.44) değerleri buğday ununda tespit edilmiştir. Mikrodalga tekniğiyle elde edilen meyve tozunun ham yağ içeriğinin ve vakumlu kurutmaya elde edilen meyve tozunun ham protein içeriğinin deskriptif olarak diğer meyve tozlarınınkinden yüksek olduğu, fakat kurutma tekniğinin meyve tozlarının ham yağ ve protein içerikleri üzerinde istatistiki olarak bir etkisinin olmadığı ($p>0.05$) görülmüştür (Çizelge 4.2).

Öztürk ve Gündüz (2018) denizhiyarı üzerine yaptıkları bir çalışmalarında, sırasıyla konveksiyonel ve mikrodalga kurutmada örneklerin, ham yağ içeriklerini %1.36 ve %1.65 olarak, ham protein içeriklerini ise %56.12 ve %59.79 olarak tespit etmişlerdir. Dewi ve ark. (2011) kurutulmuş köpekbalığı etinin ham yağ içeriğinin, vakumlu kurutma tekniğinde (%1.52), konveksiyonel kurutma tekniğinden (%1.32) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ham protein içeriğinin ise konveksiyonel kurutma tekniğinde (%64.78), vakumlu kurutma tekniğine kıyasla (%63.62) daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Tüm hammaddeler kıyaslandığında buğday ununun, en düşük toplam fenolik madde miktarına (819.53 μg GAE/g) sahip hammadde olduğu görülmektedir. Meyve tozları arasında ise kurutma tekniğiyle ilişkili olarak fenolik madde miktarında bir artış olduğu görülmüştür. En düşük fenolik içeriğe sahip kamkat tozu konveksiyonel kurutmayla (6172.80 μg GAE/g) elde edilirken, en yüksek fenolik bileşik içeriğinin vakumlu kurutmayla (6598.94 μg GAE/g) üretilen meyve tozlarında olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Michalska ve ark. (2016), farklı tekniklerle kurutulmuş erik numuneleri üzerine yaptıkları çalışmalarında toplam flavonol değerlerini sırasıyla; konveksiyonel kurutmada 60 ve 70°C'de 290.3 ve 272.3 mg/kg km, mikrodalga kurutmada 1.2 W/g, 4.8 W/g ve 4.8/1.2 W/g güçte 387.8, 206.9 ve 341.2 mg/kg km, vakumlu kurutmada ise 60°C'de 392.7 mg/kg km olarak tespit etmişlerdir. Yine aynı çalışmada toplam fenolik asit değerlerini ise sırasıyla; konveksiyonel kurutmada 60 ve 70°C'de 7366.8 ve 7307.5 mg/kg km, mikrodalga kurutmada 1.2 W/g, 4.8 W/g ve 4.8/1.2 W/g güçte 9078.6, 3862.3 ve 6861.9 mg/kg km, vakumlu kurutmada 60°C'de 8301.5 mg/kg km olarak bildirmişlerdir. Çalışmanın sonucuna göre hem flavonol hem fenolik asit değerleri, kurutma teknikleri arasında vakumlu, mikrodalga, konveksiyonel kurutma şeklinde azalma göstermiş, deskriptif farklılıklara rağmen fenolik asit değerleri istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmazken ($p>0.05$), flavonoid değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklar ($p<0.05$) bulunmuştur.

Mikrodalga, infrared, gölgede ve konveksiyonel kurutma teknikleriyle kurutulmuş adaçayıda yapılan bir çalışmanın sonucuna göre; toplam fenolik bileşik içeriği en yüksek olan örnek 800 W güçte mikrodalgada kurutulan örnekte (2.337 mg GAE/g km) elde edilmiştir. Mikrodalga gücü 600 W'a düşürüldüğünde ise toplam fenolik bileşik miktarı 1.035 mg GAE/g km, 65°C'deki sıcak havayla kurutulan örneklerin toplam fenolik bileşik miktarı da 0.662 mg GAE/g km olarak bulunmuş, aralarında istatistiki olarak da önemli farklılıklar olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir (Sellami ve ark., 2013).

Tontul ve Topuz (2017) nar pestilinin farklı tekniklerle kurutulması üzerine yaptıkları çalışmalarında, 70°C'de konveksiyonel olarak kurutulan örneklerin toplam fenolik bileşik miktarını 987.20 mg GAE/100 g km, sıcak hava destekli (70°C) mikrodalga kurutma tekniğiyle sırayla 90 W ve 180 W güçte kurutulan örneklerin toplam fenolik bileşik miktarını ise 1327.02 mg GAE/100 g km ve 1225.14 mg GAE/100 g km olarak tespit etmişlerdir.

Farklı tekniklerle kuşburnu pestilinin kurutulduğu bir çalışmanın sonucunda, örneklerin toplam fenolik bileşik içeriğinin; 70°C'deki konveksiyonel kurutmada 355.38 mg GAE/100 g km ve 60°C'deki vakumlu kurutmada 544.02 mg GAE/100 g km olduğu bildirilmiştir (Ruiz ve ark., 2014).

Gümüşay ve ark. (2015) farklı kurutma tekniklerinin antioksidan aktivite üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında; sırasıyla konveksiyonel ve vakum kurutma ile kurutulmuş domates numunelerinin toplam fenolik madde miktarlarını 346.10 mg GAE/100 g km ve 355.79 mg GAE/100 g km olarak tespit etmişlerdir.

Çalışmamız sonunda elde ettiğimiz verilere göre; kurutulmuş kamkat numunelerinin toplam fenolik madde miktarları, kurutma teknikleri arasında yapılan kıyaslamada sırasıyla; vakumlu, mikrodalga ve konveksiyonel kurutma şeklinde azalma göstermiştir. Vakumlu ve mikrodalga kurutma tekniklerinde toplam fenolik madde miktarlarının fazla bulunması, prosesler sırasında numuneler içerisinde yüksek buhar basıncı ve ısı artışının meydana gelmesinin, dolayısıyla hücre duvarlarının parçalanarak fenolik bileşiklerin açığa çıkmasının muhtemel bir sonucudur (Sellami ve ark., 2013; Michalska ve ark., 2016; İnanoğlu, 2017).

Konveksiyonel kurutmada toplam fenolik madde miktarının düşük olması ise, prosesin yüksek sıcaklıkta uzun süre devam etmesi nedeniyle fenolik bileşiklerin oksidasyona uğrayarak yapısının bozulmasının ya da ısıl işlemin numunelerin hücre duvarını tahrip etmemesi neticesinde fenolik bileşiklerin açığa çıkmamasının muhtemel bir sonucudur (Karaman ve ark., 2014; İnanoğlu, 2017; Tontul ve Topuz, 2017).

Ayrıca farklı kurutma tekniklerinin toplam fenolik madde miktarı üzerindeki etkisinin, numunede bulunan fenolik bileşiklerin çeşidine ve konumuna göre de değişim gösterdiği belirtilmiştir (Sellami ve ark., 2013).

Çalışmamızda kullanılan hammaddeler arasında, buğday unu en yüksek fitik asit içeriğini ihtiva ederken (245.53 mg/100 g), en düşük fitik asit içeriği mikrodalga tekniğiyle kurutulmuş kamkatta (18.96 mg/100 g) bulunmuştur. Meyve tozlarının fitik asit içerikleri arasındaki farklar, kurutma teknikleriyle ilişkili olarak, istatistiksel açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.2). Fitik asit, bütün bitkisel hücrelerde bulunabilen organik bir bileşik olmasına karşın, tahıl ve baklagillerin fitik asit içerikleri daha yüksektir (Şat ve Keleş, 2014). Fitik asit minerallerle kompleks oluşturarak besinde bulunan minerallerin emilimini azalttığından antibesinsel bir faktör olarak görülmektedir (Şat ve Keleş, 2014; Öncel, 2017). Otoklavlama, mikrodalga, ekstrüzyon ve ısıl işlem gibi prosesler gıdalarda fitik asit içeriğini düşürmektedir

(Alonso ve ark., 1998; Mohamed ve ark., 2011). Hammaddelerden elde ettiğimiz bulgular meyve tozlarının fitik asit içeriklerinin, buğday unundan deskriptif olarak düşük olduğunu göstermektedir. Buğday unu ile farklı tekniklerle kurutulmuş meyve tozları arasında istatistiksel olarak önemli fark ($p<0.05$) bulunmuştur. Bu sonuç literatürdeki bilgiler doğrultusunda tahılların daha yüksek fitik asit içermesi ve uygulanan proseslerin fitik asit miktarını düşürmesi ile açıklanabilmektedir.

4.2. Bisküvi Analiz Sonuçları

4.2.1. Fiziksel analiz sonuçları

Üretilen bisküvi örneklerine ait fiziksel analiz sonuçları Çizelge 4.3.'te, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.4.'te ve Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.5.'te özetlenmiştir.

4.2.1.1. Renk analizi sonuçları

Bisküvi örneklerinin L^* değerleri 67.37 ile 72.26, a^* değerleri 1.04 ile 4.44 ve b^* değerleri 29.18 ile 47.50 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.4.'te özetlenen varyans analizi sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin; L^* , a^* ve b^* değerleri üzerinde, kurutma tekniği ile ikame oranı faktörlerinin ve “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksyonunun $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçlarına göre, vakumlu kurutmaya kurutulmuş kamkat tozu ikame edilen bisküvi örnekleri en düşük L^* değerini (69.64) verirken, mikrodalga kurutma en yüksek L^* değerini (70.20) vermiştir. Konveksiyonel ve mikrodalga kurutmaya üretilen kamkat tozu ikameli örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Fakat vakumlu kurutma tekniğinin kullanıldığı ürünler ile diğer tekniklerin kullanıldığı ürünler arasında önemli bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Bisküvilere ilave edilen kurutulmuş kamkat meyvesi tozu oranı arttıkça da; örneklerin parlaklık değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Bu azalma da istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Literatürde mevcut çalışmalarda; kestane, balkabağı, portakal kabuğu ve farklı turuncgillerin albedosundan elde edilen tozların ikamesi ile bisküvide L^* değerinin düştüğü bildirilmiştir (İnkaya, 2008; Aydın, 2014; Can, 2015; Demirel, 2017).

Çizelge 4.3. Bisküvi Örneklerine Ait Fiziksel Analiz Sonuçları

Kurutma Tekniği	Oran	L^*	a^*	b^*	Sertlik (g)	Kırılgenlik (mm)
Konveksiyonel	%0	72.26±0.01	1.04±0.01	29.18±0.06	3243.32±5.83	37.58±0.01
	%10	70.35±0.02	1.91±0.07	36.84±0.02	2222.14±10.35	37.02±0.02
	%20	70.10±0.03	2.03±0.02	44.12±0.03	1829.24±69.00	36.25±0.01
	%30	67.71±0.02	3.52±0.06	47.50±0.10	2056.36±35.59	36.05±0.02
Mikrodalga	%0	72.26±0.01	1.04±0.01	29.18±0.06	3243.32±5.83	37.58±0.01
	%10	70.45±0.02	1.47±0.01	38.61±0.01	1373.86±6.16	36.04±0.02
	%20	69.97±0.02	3.05±0.02	44.88±0.01	1166.35±20.42	36.03±0.01
	%30	68.15±0.13	4.44±0.01	47.34±0.02	1763.80±27.47	36.31±0.08
Vakumlu	%0	72.26±0.01	1.04±0.01	29.18±0.06	3243.32±5.83	37.58±0.01
	%10	70.47±0.01	2.38±0.02	39.36±0.11	1995.02±43.68	36.24±0.03
	%20	68.45±0.48	3.01±0.01	44.68±0.11	2254.48±8.82	36.59±0.01
	%30	67.37±0.02	4.05±0.12	46.95±0.08	2189.84±5.40	36.23±0.01

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

Çizelge 4.4. Bisküvi Örneklerinin Fiziksel Analizlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları¹

VK	SD	L^*		a^*		b^*		Sertlik		Kırılgenlik	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kurutma Tekniği (A)	2	1.47	17.93**	1.06	130.42**	2.00	119.56**	1320505.8	418.73**	0.23	85.21**
İkame Oranı (B)	3	63.78	519.32**	28.44	2321.25**	1160.50	46166.2**	8651356.0	1828.88**	7.51	1820.09**
A x B	6	2.53	10.29**	1.96	79.89**	5.62	111.78**	843619.9	89.17**	1.22	147.46**
Hata	12	0.49		0.05		0.10		18922		0.02	

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

Çizelge 4.5. Bisküvi Örneklerinin Fiziksel Analizlerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları¹

Faktör	n	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	Sertlik (g)	Kırılgenlik (mm)
Kurutma Tekniği						
Konveksiyonel	8	70.10±0.02 ^a	2.12±0.04 ^c	39.41±0.05 ^b	2337.76±30.19 ^b	36.72±0.02 ^a
Mikrodalga	8	70.20±0.05 ^a	2.50±0.01 ^b	40.00±0.03 ^a	1886.83±14.97 ^c	36.49±0.03 ^c
Vakumlu	8	69.64±0.13 ^b	2.62±0.04 ^a	40.04±0.09 ^a	2420.66±15.93 ^a	36.66±0.01 ^b
İkame Oranı						
0	6	72.26±0.01 ^a	1.04±0.01 ^d	29.18±0.06 ^d	3243.32±5.83 ^a	37.58±0.01 ^a
10	6	70.42±0.02 ^b	1.92±0.03 ^c	38.26±0.04 ^c	1863.67±20.06 ^c	36.43±0.02 ^b
20	6	69.50±0.18 ^c	2.69±0.01 ^b	44.56±0.05 ^b	1750.02±32.75 ^d	36.28±0.01 ^c
30	6	67.74±0.06 ^d	4.00±0.06 ^a	47.26±0.07 ^a	2003.33±22.82 ^b	36.19±0.04 ^d

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05); *L**: Parlaklık, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri

Bu çalışmalarda *L** değerlerinin düşmesi; formülasyona katılan liflerin β -karoten gibi renk bileşenlerini içermesi ve yine bileşimlerdeki karotenoid ve fenolik bileşiklerin üründe enzimatik esmerleşme reaksiyonlarını artırarak parlaklığı düşürmesi ile açıklanmaktadır (İnkaya, 2008; Aydın, 2014; Can, 2015; Demirel, 2017).

Vakumlu kurutma tekniğinin kullanıldığı örneklerin en düşük *L** ve en yüksek *a** değerlerine sahip olması, bu teknik ile üretilmiş kamkat tozlarının kullanıldığı örneklerde daha fazla Maillard reaksiyonunun gerçekleşmesinin muhtemel bir sonucudur.

*a** değerleri kıyaslandığında; en düşük değerin konveksiyonel kurutmayla (2.12), en yüksek değerin ise vakumlu kurutmayla (2.62) kurutulan kamkat tozunun ikame edildiği örneklerde olduğu bulunmuştur. İkame edilen kamkat tozunun oranı arttıkça *a** değeri de giderek artmıştır. Hem farklı kurutma teknikleri kullanılarak elde edilen hem de farklı oranlardaki hammaddelerle üretilmiş bisküvilerin tümünün *a** değerleri arasında istatistiki olarak önemli farklar (p<0.05) bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Kurutma teknikleri ve kamkat tozu ikame oranı bakımından *b** değerlerindeki deskriptif değişimler *a** değerlerindekiyle aynıdır. Kurutma teknikleri arasında; en düşük *b** değeri konveksiyonel kurutmanın (39.41), en yüksek *b** değeri ise vakumlu kurutmanın (40.04) kullanıldığı örneklerde elde edilmiştir. Meyve tozu ikame oranı arttıkça *b** değerleri de artmıştır. Konveksiyonel kurutma tekniğiyle üretilmiş meyve tozunun kullanıldığı bisküviler ile mikrodalga ve vakumlu kurutma tekniklerinin kullanıldığı örnekler arasında istatistiki olarak önemli fark (p<0.05) vardır.

Farklı meyve tozu ikame oranları kullanılarak üretilmiş bütün bisküviler arasında ise istatistiki olarak önemli farklar ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.5).

İkame oranı arttıkça a^* ve b^* değerlerinde artış olması, beklenen bir sonuç olup, muhtemelen kamkat tozu bileşimindeki renk pigmentlerinden kaynaklanmaktadır. Elde edilen veriler literatürdeki çalışmalarla paralellik göstermektedir (Aydın, 2014; Can, 2015; Demirel, 2017). İnkaya kestane tozu katkılı bisküvi üzerinde yaptığı çalışmada, sıcaklığın renk pigmentlerine zarar verdiğini bildirmiştir. Çalışmamızda en düşük a^* ve b^* değerleri konveksiyonel kurutmanın kullanıldığı örneklerde elde edilmiştir. Bu durum yüksek sıcaklık ile uzun süre temasın örneklerde renk pigmentlerine zarar vermesinin muhtemel bir sonucu olabilir.

4.2.1.2. Tekstür analizi sonuçları

Üründeki nişasta granülleri ile proteinler, lipitler ve şekerler arasındaki hidrojen bağı etkileşimlerinin sonucu meydana gelen sertlik ve pişme prosesinde ortamdaki sınırlı suyla nişasta granüllerinin doğal formunda kalmasıyla oluşan gevreklik, bisküvide istenen parametrelerdir (Aydın, 2014). Sertlik; bisküvinin deformasyona karşı gösterdiği direç olarak da tanımlanabilmektedir (Can, 2015).

Farklı kurutma teknikleri ile üretilen bisküvi örneklerinin sertlik değerleri 1166.35 g ile 3243.33 g ve kırılgenlik değerleri ise 36.03 mm ile 37.58 mm arasında değişim eğilimindedir. Varyans analizi sonuçlarına göre; bisküvi örneklerinin sertlik ve kırılgenlik değerleri üzerinde, kurutma tekniği, kamkat tozu ikame oranı ve “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksyonunun etkisi $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçlarına göre; en düşük sertlik değerine sahip bisküvi mikrodalga kurutmayla (1886.83 g) ve en yüksek sertlik değerine sahip bisküvi ise vakumlu kurutmayla (2420.66 g) elde edilen kamkat tozunun ikame edildiği örneklerde bulunmuştur. İkame oranları arasındaki deskriptif farklılıklara rağmen, genel olarak kamkat tozunun bisküvi formülasyonuna eklenmesi örneklerin sertliğini azaltmıştır. Hammadde kurutma tekniği açısından; en düşük kırılgenlik değeri mikrodalga kurutma (36.49 mm), en yüksek kırılgenlik değeri ise konveksiyonel kurutma (36.72 mm) tekniğinin kullanıldığı örneklerde elde edilmiştir. İkame oranı arttıkça bisküvilerin kırılgenlik değerleri azalmıştır. Örneklerin hem sertlik hem kırılgenlik değerleri arasında, kurutma tekniği ve ikame oranı fark etmeksizin istatistiksel olarak önemli farklar ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Elde ettiğimiz tekstür sonuçları; literatürde halihazırda mevcut olan, balkabağı, beyaz üzüm posası tozu ve elma lifi ikameli bisküvi üzerinde yapılan çalışmaların sonuçlarıyla uyum içerisindedir (Uysal ve ark., 2007, Mildner-Szkudlarz ve ark., 2012, Aydın, 2014). Bisküvi formülasyonuna diyet lif, pektin gibi hidrofilik bileşiklerin eklenmesi sonucu bu bileşiklerin hamurdaki serbest suyu absorbladığı, böylece gluten proteinlerine absorblayacak su kalmadığından ürünün sertliğinin azaldığı literatürde bildirilmiştir. Balkabağı tozu ikamesinin bisküvide gluten içeriğinin azalmasına, dolayısıyla ürün sertliğinin de azalmasına neden olduğu bilgisi de literatürde mevcuttur (Aydın, 2014). Literatürde bildirilen bu sonuçlar, kamkat tozu ikamesiyle bisküvilerin sertliğinin ve kırılabilirliğinin genel olarak azalmasının muhtemel sebepleri olarak düşünülmektedir.

4.2.2. Kimyasal analiz sonuçları

Bisküvi örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.6.'da, kimyasal analizlere ait Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7.'de ve Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.8.'de özetlenmektedir.

4.2.2.1. Nem analizi sonuçları

Bisküvi örneklerinin nem değerleri %4.32 ve %5.85 aralığında değişim göstermektedir (Çizelge 4.6).

Varyans analizi sonucunda, bisküvilerin nem değerleri üzerinde, kurutma tekniği ve “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksyonu önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, kamkat tozu ikame oranı $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Tukey HSD testinde, meyve tozu ikame oranlarının örneklerin nem değerleri üzerine etkileri karşılaştırıldığında, ikame oranı arttıkça nem değerlerinin de arttığı bulunmuştur. Farklı kurutma tekniklerinin kullanıldığı örneklerin nem değerleri arasında istatistiki olarak farklılık bulunmazken ($p>0.05$), farklı kamkat tozu ikame oranlarının kullanıldığı örnekler arasında istatistiki olarak önemli farklar ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Bisküvi genel olarak %1-5 arasında düşük nem içeriğine sahip bir ürün olup, nem değerinin artması mikrobiyal gelişmeyi ve bozulmayı artıracığından, ürün kalitesi için istenmeyen bir durumdur (Can, 2015; Ayo ve ark., 2018).

Çizelge 4.6. Bisküvi Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

Kurutma Tekniği	Oran	Nem (%)	Kül ¹ (%)	Ham Yağ ¹ (%)	Ham Protein ^{1,2} (%)	Karbonhidrat ¹ (%)	Enerji ¹ (kkal/100 g)
Konveksiyonel	%0	4.69±0.12	1.43±0.07	17.14±0.02	4.18±0.03	72.56±0.10	461.22±0.07
	%10	4.59±0.25	1.37±0.01	15.83±0.04	3.81±0.01	74.41±0.23	455.36±1.27
	%20	4.66±0.05	1.51±0.01	16.96±0.55	3.59±0.04	73.29±0.63	460.11±2.61
	%30	5.33±0.10	1.39±0.17	18.37±0.49	3.25±0.02	71.66±0.74	464.95±1.36
Mikrodalga	%0	4.69±0.12	1.43±0.07	17.14±0.02	4.18±0.03	72.56±0.10	461.22±0.07
	%10	5.40±0.20	1.45±0.01	15.94±0.32	3.89±0.03	73.32±0.56	452.32±0.77
	%20	5.15±0.17	1.33±0.20	16.73±0.26	3.66±0.05	73.13±0.27	457.71±1.39
	%30	5.12±0.39	1.32±0.03	17.37±0.73	3.32±0.02	72.87±1.10	461.09±2.24
Vakumlu	%0	4.69±0.12	1.43±0.07	17.14±0.02	4.18±0.03	72.56±0.10	461.22±0.07
	%10	4.32±0.06	1.05±0.05	16.74±0.07	3.88±0.02	74.01±0.05	462.21±0.31
	%20	5.04±0.40	1.20±0.13	16.81±0.69	3.71±0.01	73.24±0.15	459.09±5.57
	%30	5.85±0.39	1.46±0.21	18.04±0.09	3.37±0.01	71.29±0.70	460.94±1.90

¹Kuru madde üzerinden hesaplama yapılmıştır; ²N x 6.25 faktörü kullanılmıştır

Çizelge 4.7. Bisküvi Örneklerinin Kimyasal Analizlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları¹

VK	SD	Nem		Kül		Ham Yağ		Ham Protein		Karbonhidrat		Enerji	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kurutma Tekniği (A)	2	0.31	1.42ns	0.08	1.72ns	0.63	1.09ns	0.02	7.82**	0.21	0.20ns	35.50	2.03ns
İkame Oranı (B)	3	2.02	6.20**	0.06	0.88ns	9.53	10.94**	2.43	505.70**	13.04	8.28**	114.91	4.37*
AxB	6	1.78	2.74ns	0.21	1.44ns	1.43	0.82ns	0.01	1.14ns	3.77	1.20ns	93.70	1.78ns
Hata	12	1.30		0.30		3.48		0.02		6.30		105.13	

¹*p<0.05 düzeyinde önemli, **p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4.8. Bisküvi Örneklerinin Kimyasal Analizlerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları¹

Faktör	n	Nem (%)	Kül (%)	Ham Yağ (%)	Ham Protein (%)	Karbonhidrat (%)	Enerji (kkal/100 g)
<i>Kurutma Tekniği</i>							
Konveksiyonel	8	4.82±0.13 ^a	1.43±0.07 ^a	17.08±0.28 ^a	3.71±0.03 ^a	72.98±0.43 ^a	460.41±1.33 ^a
Mikrodalga	8	5.09±0.22 ^a	1.38±0.08 ^a	16.79±0.33 ^a	3.76±0.03 ^a	72.97±0.51 ^a	458.09±1.12 ^a
Vakumlu	8	4.98±0.24 ^a	1.28±0.11 ^a	17.18±0.22 ^a	3.78±0.02 ^a	72.77±0.25 ^a	460.86±1.96 ^a
<i>İkame Oranı</i>							
0	6	4.69±0.12 ^b	1.43±0.07 ^a	17.14±0.02 ^{ab}	4.18±0.03 ^a	72.56±0.10 ^{bc}	461.22±0.07 ^{ab}
10	6	4.77±0.17 ^b	1.29±0.02 ^a	16.17±0.14 ^c	3.86±0.02 ^b	73.91±0.28 ^a	456.63±0.78 ^b
20	6	4.95±0.21 ^{ab}	1.34±0.11 ^a	16.83±0.50 ^{bc}	3.65±0.03 ^c	73.22±0.35 ^{ab}	458.97±3.19 ^{ab}
30	6	5.44±0.29 ^a	1.39±0.14 ^a	17.92±0.44 ^a	3.31±0.02 ^d	71.94±0.85 ^c	462.33±1.83 ^a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)

Aydın (2014) yaptığı bir çalışmanın sonucunda, hem dondurarak kurutulan hem de hava akımında kurutulan balkabağı tozu ikamesinin bisküvi örneklerinin nem içeriğini artırdığını bildirmiştir.

Farklı turuncgillerden elde edilen albedo ve kabuk tozlarının, incir çekirdeği, guava ve kaju tozunun, elma ve limon lifi ikamesinin bisküvide nem değerini artırdığı bildirilmiştir (Uysal ve ark., 2007; Uchoa ve ark., 2009; Youssef ve Mousa, 2012; Bugad ve ark., 2015; Demirel, 2017; Ojha ve Thapa, 2017; Ayo ve ark., 2018; Ulutürk, 2018). Nem içeriğindeki artış, kamkat tozu ikamesiyle bisküvilerin diyet lif içeriğinin, dolayısıyla da su absorpsiyon kapasitesinin artmasının bir sonucu olarak görülebilir (Uchoa ve ark., 2009; Aydın, 2014).

4.2.2.2. Kül analizi sonuçları

Bisküvi örneklerinin kül miktarları %1.05-1.51 değerleri arasında değişim eğilimindedir (Çizelge 4.6). Çizelge 4.7.'de özetlenen varyans analizi sonucunda, bisküvilerin kül değerlerinde kurutma tekniği, kamkat tozu ikame oranı ve “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksiyonunun etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Tukey HSD testi sonucuna göre; örneklerin kül içeriklerindeki deskriptif dalgalanmalara karşın, hem kurutma tekniği hem de meyve tozu ikame oranı bakımından karşılaştırma yapıldığında, bisküvi örneklerinin kül değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$) (Çizelge 4.8).

Uchoa ve ark. (2009), kaju ve guava meyvelerinin tozlarını farklı oranlarda bisküvi formülasyonuna ekledikleri çalışmalarının sonucunda, meyve tozu ikamesiyle ilk etapta örneklerin kül değerlerinin düştüğünü, ikame oranı arttığında ise kül değerlerinin yükseldiğini ve meyve tozu ikamesinin bisküvilerin kül değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık oluşturmadığını ($p>0.05$) bildirmişlerdir. Kamkat tozu ikameli bisküvi örneklerinde, hem kullanılan kurutma tekniğinin hem de ikame oranının kül değerleri üzerinde bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

4.2.2.3. Ham yağ analizi sonuçları

Bisküvi örneklerindeki en düşük ham yağ değerinin %15.83, en yüksek ham yağ değerinin ise %18.37 olduğu, örneklerin ham yağ içeriğinin bu iki değer arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Varyans analizi sonucunda, bisküvilerin ham yağ içeriğinde, kamkat tozu eldesinde kullanılan kurutma tekniğinin ve “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksiyonunun etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, kamkat tozu ikame oranının etkisi $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Kamkat kurutma teknikleri kıyaslandığında; kurutma tekniklerinin bisküvilerin ham yağ içeriği üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu ($p>0.05$) bulunmuştur. Kamkat ikame oranları açısından bir değerlendirme yapıldığında ise; hem deskriptif olarak hem de istatistiki olarak ham yağ değerleri arasında önemli farklılıklar ($p<0.05$) olduğu bulunmuştur. En yüksek ham yağ içeriği %17.92 ile %30 ikame oranına sahip örneklerde elde edilmiştir. %10 ve %20 oranında kamkat tozu ikamesiyle üretilen bisküvi örneklerinin ham yağ içerikleri şahit numuneye kıyasla düşük bulunsa da, genel olarak formülasyondaki meyve tozu oranı arttıkça örneklerin ham yağ içeriğinin de arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Aydın (2014) dondurarak ve hava akımında kurutulmuş balkabağı tozunun bisküvi formülasyonuna eklenmesi üzerine yaptığı çalışmasında, balkabağı tozu oranının artmasıyla her iki tekniğin kullanıldığı örneklerin yağ içeriğinde de artış olduğu sonucunu elde etmiştir. Ayrıca çalışma sonucunda, dondurarak kurutma tekniğinin kullanıldığı örneklerin yağ içeriğinin, hava akımında kurutulan örneklerle göre daha fazla olduğu bildirilmiştir.

Literatürde bisküvi örneklerine incir çekirdeği tozu ikamesiyle ham yağ içeriğinin %13.73’ten %15.15’e yükseldiği bildirilmiştir. Bisküviye portakal kabuğu tozu ikame edildiğinde ise ham yağ içeriğinin %11.51-21.35 aralığında değişim gösterdiği bildirilmiştir. Ham yağ içeriğinin, üzüm posası tozu ikamesiyle %16.82’den %23.20’ye, mandarin kabuğu tozu ikamesiyle ise %11.11’den %11.37’ye yükseldiği tespit edilmiştir. Farklı narenciyelerin (mandarin, portakal, limon) kabuk tozlarının ikamesi, bisküvilerde ham yağ değerlerinin %11.98-16.99 arasında değişmesine neden olmuştur (Acun, 2011; Youssef ve Mousa, 2012; Bugad ve ark., 2015; Can, 2015; Srivastava ve ark., 2015; Ojha ve Thapa, 2017; Ayo ve ark., 2018; Ulutürk, 2018). Portakal kabuğu ve çekirdeksiz üzüm posası tozu ikamesiyle ise, ilk olarak bisküvi örneklerinin yağ içeriğinin kontrol örneğine kıyasla düştüğü, fakat artan ikame oranıyla yağ içeriğinin de arttığı bildirilmiştir (Acun, 2011; Can, 2015).

4.2.2.4. Ham protein analizi sonuçları

En düşük ham protein miktarı %3.25 ile konveksiyonel kurutmaya kurutulmuş kamkat tozunun eklendiği bisküvi örneklerinde elde edilirken, en yüksek ham protein miktarı ise %4.18 ile şahit numunede bulunmuştur. Diğer örneklerin protein içerikleri bu iki değer arasında değişmektedir (Çizelge 4.6). Varyans analizi sonucunda, ham protein içeriği üzerinde kurutma tekniği ile ikame oranı $p < 0.01$ düzeyinde önemli ve “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksyonu önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Tukey HSD testi sonucunda; kamkat ikame oranları ile bisküvilerin ham protein içeriklerinin ters orantılı olduğu, artan kamkat tozu ikamesiyle protein içeriğinin düştüğü, her farklı ikame oranına sahip örneğin ise diğer örneklerle arasında önemli istatistiksel farklar olduğu ($p < 0.05$) görülmüştür. Kamkat kurutma tekniklerinin, bisküvi örneklerinin protein içerikleri üzerinde, istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p > 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Kamkat tozunun protein içeriği buğday ununun protein içeriğinden düşük olduğu için, kamkat tozu ikamesiyle bisküvilerin protein içeriğinin düşmesi beklenen bir sonuçtur. Literatürde yapılan çalışmalarda bisküvilere; keçiyoynuzu, portakal, limon ve mandarin kabuğu, üzüm çekirdeği ve farklı trunçgillerin albedolarının tozları ile elma ve limondan elde edilmiş diyet lif ikamesi yapıldığında, örneklerin ham protein içeriğinin azaldığı bildirilmiştir (Nassar ve ark., 2008; Acun, 2011; Aydın, 2012; Can, 2015; Srivastava ve ark., 2015; Uysal ve ark., 2007; Demirel, 2017; Ojha ve Thapa, 2017).

Aydın (2014) bisküvide balkabağı unu ikamesi üzerine yaptığı çalışmada; dondurarak kurutulmuş balkabağı tozunun kullanıldığı örneklerdeki protein içeriğinin %3.77-3.83 arasında değiştiğini, hava akımında kurutulan balkabağı ununun kullanıldığı örneklerdeki protein içeriğinin ise %4.02-4.28 arasında değiştiği ve ikame oranı arttıkça protein içeriğinin düştüğü sonucunu elde etmiştir. Hava akımında kurutulan örneklerin protein içeriğinin dondurarak kurutulan örnektekinden düşük olması, sıcaklıkla muamelenin protein denatürasyonuna neden olmasının muhtemel bir sonucu olduğu söylenebilir.

4.2.2.5. Karbonhidrat sonuçları

Örneklerin karbonhidrat değerleri %71.29 ve %74.41 arasında değişmektedir (Çizelge 4.6).

Varyans analizi sonucunda bisküvilerin ham yağ içeriği üzerinde, kurutma tekniğinin ve “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksyonunun etkisi önemsiz ($p>0.05$), kamkat tozu ikame oranının etkisi $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Kurutma teknikleriyle ilişkili olarak, örneklerin karbonhidrat değerleri arasında deskriptif olarak önem arz etmeyen farkların, istatistiksel olarak da önemsiz olduğu ($p>0.05$) bulunmuştur. Bisküvi formülasyonunda kamkat ikame oranının artışıyla örneklerin karbonhidrat içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir. Fakat bu bulguya rağmen %10 ve %20 kamkat ikameli örneklerin karbonhidrat içeriklerinin şahit numuneninkinden yüksek olduğu bulunmuştur. Kamkat tozu ikame oranları kıyaslandığında; en düşük karbonhidrat içeriği %71.94 değeri ile %30 meyve tozu ikamesiyle üretilen bisküvilerde bulunmuş olup, karbonhidrat değerleri arasında her oran için istatistiksel olarak önemli farklar ($p<0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Bisküvi üzerinde daha önceden yapılmış çalışmalarda örneklerin karbonhidrat içeriğinin; mandarin, portakal ve limon kabuğu tozu ikamesiyle %60.94 ile %79.23 arasında değiştiği bildirilmiştir (Youssef ve Mousa, 2012; Srivastava ve ark., 2015; Ojha ve Thapa, 2017; Ayo ve ark., 2018).

Başka bir çalışmada ise, dondurarak ve hava akımında kurutulmuş balkabağı tozunun kullanıldığı örneklerin karbonhidrat içeriklerinin sırasıyla %67.50’den %66.16 ve %66.54’e düştüğü bildirilmiştir. Bu durum örneklerdeki diyet lif miktarının artmasına atfedilmiştir (Aydın, 2014).

Artan kamkat tozu ikame oranıyla örneklerin protein içerikleri düşmüş olsa da, nem ve yağ içerikleri artmıştır. Bu durum, artan ikame oranıyla karbonhidrat içeriğinin azalmasını açıklamaktadır. Ayrıca kamkattaki diyet lif miktarı buğday unundakinden fazla olduğu için, kamkat tozu ikamesiyle örneklerdeki lif miktarının artması, dolayısıyla karbonhidrat değerlerinin de artması beklenen bir sonuçtur. Farklı kurutma tekniklerinin kullanıldığı örneklerin karbonhidrat değerleri arasında bir fark bulunmaması, yine nem, kül ve yağ değerleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemsiz bulunması ile açıklanabilmektedir.

4.2.2.6. Enerji sonuçları

464.95 kkal/100 g ve 452.32 kkal/100 g arasında değişen enerji değerlerine sahip bisküvi örneklerine yapılan varyans analizi sonucunda, kurutma tekniği ve “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksyonunun enerji değerleri üzerinde etkisinin önemsiz

olduğu ($p>0.05$), kamkat tozu ikame oranının etkisinin ise $p<0.05$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.6; Çizelge 4.7).

Artan ikame oranıyla birlikte bisküvi örneklerinin enerji değerleri de artmıştır. Fakat buna rağmen %10 ve %20 kamkat tozu ikamesiyle üretilen bisküvilerin enerji değerlerinin şahit numunenin enerji değerinden düşük olduğu bulunmuştur. %10 ikame oranına sahip örnekler ile diğer ikame oranlarına sahip örneklerin enerji değerleri arasında istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bir farklılık olduğu görülmüştür. Kurutma teknikleri açısından karşılaştırma yapıldığında; enerji değerlerindeki deskriptif farklara rağmen, örnekler arasında istatistiksel olarak önemli farklar bulunmamıştır ($p>0.05$) (Çizelge 4.8).

Youssef ve Mousa (2012) bir çalışmalarında bisküviye %10 oranında mandarin, portakal ve limon kabuğu tozu ikame etmiş, sonuçta 452.78 kkal/100 g enerjiye sahip kontrol örneğinin enerjisinin, mandarin kabuğu tozu ikamesiyle 431.96 kkal/100 g'a düştüğünü tespit etmişlerdir. Buna karşın; portakal kabuğu tozu ikamesiyle enerji değerleri 464.21 kkal/100 g ve 469.66 kkal/100 g'a, limon kabuğu tozu ikamesiyle ise 472.27 kkal/100 g'a yükselmiştir.

Uysal (2005) bisküviye elma, limon, buğday lifi ve buğday kepeği ikamesi üzerine yaptığı çalışmada, lif ikame oranının artmasıyla (%0, 15, 20, 30) enerji değerlerinin düştüğünü (507.97, 490.97, 486.74, 475.63 kkal/100 g) tespit etmiştir. Yine aynı çalışmada, enerji değerleri üzerine lif kaynağı ve oranının önemi belirtilerek, enerjinin düşmesinden artan diyet lif oranı sorumlu gösterilmiştir.

Aydın (2014) bisküvide balkabağı tozu ikamesi üzerine yaptığı çalışmada, dondurarak kurutma tekniğinin kullanıldığı örneklerin enerji değerlerinin, hava akımında kurutulmuş örneklerinkinden düşük olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmanın sonucunda balkabağı ikame oranı arttıkça enerji değerlerinin azaldığı bulunmuştur. Bu düşüşün, diyet lif miktarının artmasından dolayı meydana geldiği belirtilmiştir.

Kamkat tozu ikame edilen örneklerin enerji değerlerinin kontrol örneğinden düşük olması, muhtemelen diyet lif miktarındaki artıştan kaynaklanmaktadır. Artan ikame oranıyla bisküvilerin enerjilerinin artmasının nedeni olarak ise, yağ oranındaki artış gösterilebilir. Kurutma tekniklerinin enerji değerleri üzerinde etkisinin olmadığı söylenebilir.

Bisküvi örneklerine ait toplam fenolik madde ve fitik asit analizlerinin sonuçları Çizelge 4.9.'da, bu değerlerin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10.'da ve Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.11.'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.9. Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit Analizleri Sonuçları

Kurutma Tekniği	Oran	TFMM ¹ (µg GAE/g)	Fitik Asit (mg/100 g)
Konveksiyonel	%0	746.18±9.82	116.86±4.50
	%10	1128.87±2.51	94.64±0.48
	%20	1540.52±4.38	74.84±0.18
	%30	1993.49±7.65	58.06±0.58
Mikrodalga	%0	746.18±9.82	116.86±4.50
	%10	1269.47±4.99	92.69±0.57
	%20	1653.62±8.46	69.80±0.35
	%30	2121.88±9.51	51.94±0.46
Vakumlu	%0	746.18±9.82	116.86±4.50
	%10	1273.46±11.30	92.44±0.04
	%20	1661.77±10.63	68.97±0.48
	%30	2124.92±16.77	50.80±0.65

¹TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı**Çizelge 4.10.** Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit Analizlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları¹

VK	SD	TFMM ²		Fitik Asit	
		KT	F	KT	F
Kurutma Tekniği (A)	2	50673.8	140.50**	68.62	3.28ns
İkame Oranı (B)	3	5805757.6	10731.75**	13520.05	431.54**
AxB	6	17336.8	16.02**	38.56	0.62ns
Hata	12	2164.0		125.32	

¹*p<0.05 düzeyinde önemli, **p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz; ²TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı

Çizelge 4.11. Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit Analizlerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları¹

Faktör	n	TFMM ² (µg GAE/g)	Fitik Asit (mg/100 g)
<i>Kurutma Tekniği</i>			
Konveksiyonel	8	1352.26±6.09 ^b	86.10±1.44 ^a
Mikrodalga	8	1447.78±8.20 ^a	82.82±1.47 ^a
Vakumlu	8	1451.58±12.13 ^a	82.26±1.42 ^a
<i>İkame Oranı</i>			
0	6	746.18±9.82 ^d	116.86±4.50 ^a
10	6	1223.93±6.26 ^c	93.26±0.37 ^b
20	6	1618.63±7.82 ^b	71.20±0.34 ^c
30	6	2080.10±11.31 ^a	53.60±0.56 ^d

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05);

²TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı

4.2.2.7. Toplam fenolik madde miktarı analizi sonuçları

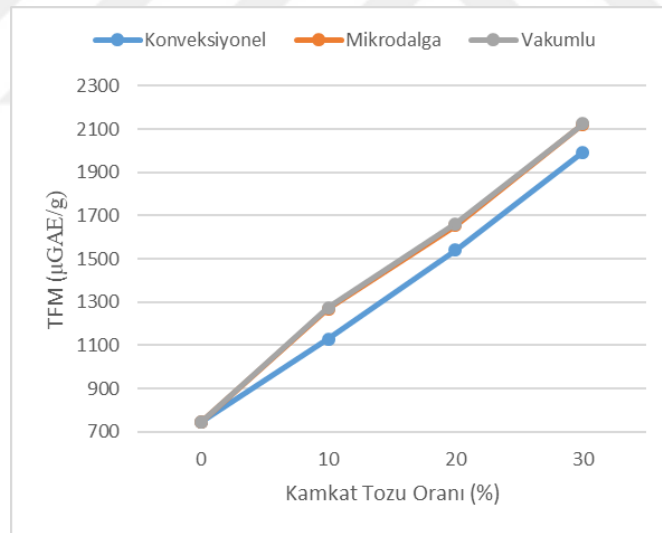
En düşük fenolik madde miktarı şahit numunede (746.18 µg GAE/g), en yüksek fenolik madde miktarı ise vakumlu kurutma tekniği ve %30 ikame oranı kullanılan bisküvide (2124.92 µg GAE/g) bulunmuş olup, örneklerin toplam fenolik madde miktarları bu iki değer arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.9).

Varyans analizi sonucunda; toplam fenolik madde miktarı üzerinde, kurutma tekniğinin, ikame oranının ve “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksyonunun etkisi p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Kurutma tekniğine bağlı olarak, toplam fenolik madde miktarlarının sırasıyla; konveksiyonel, mikrodalga, vakumlu kurutma yöntemlerinin kullanıldığı örneklerde arttığı bulunmuştur. Konveksiyonel kurutma yönteminin kullanıldığı örnekler ile diğer kurutma yöntemleriyle üretilen örnekler arasında istatistiki olarak önemli farklar (p<0.05) bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Bisküvilerin toplam fenolik madde miktarları ikame oranları açısından karşılaştırıldığında, en düşük fenolik bileşik içeriğine şahit numunenin (746.18 µg GAE/g) sahip olduğu, en yüksek içeriğe ise %30 ikame oranındaki örneklerin (2080.10 µg GAE/g) sahip olduğu bulunmuştur. Kamkat tozu ikamesi arttıkça bisküvilerin fenolik bileşik içeriğinde çok büyük bir artış gerçekleşmiş, dolayısıyla her ikame oranına sahip örneğin diğer örnekler ile arasında istatistiksel anlamda çok önemli farklar (p<0.05) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Aydın (2012) keçiyoynuzu ununun bisküvi örneklerine farklı oranlarda ikame edilmesi üzerine yaptığı çalışmada, %0 ve %30 arasında değişen oranlarda keçiyoynuzu unu ikamesinin toplam fenolik bileşik miktarını 2.12 mM GAE/g'dan 14.30 mM GAE/g'a yükselttiğini bildirmiştir. Demirel (2017), farklı turuncgillerden elde edilen albedo tozlarının bisküvi formülasyonuna artan oranlarla katılması ile toplam fenolik madde içeriğinin 735 µg GAE/g'dan 1580 µg GAE/g'a yükseldiğini bildirmiştir. Can (2015), bisküvilerde portakal kabuğu tozu ikame oranının artmasıyla toplam fenolik madde miktarının 447 µg GAE/g'dan 889 µg GAE/g'a yükseldiğini tespit etmiştir. Ayo ve arkadaşları (2018) yaptıkları bir çalışmada, portakal kabuğu tozu ikamesinin bisküvi örneklerinde flavonoid içeriğini 0.03 mg/100 g'dan 0.12 mg/100 g'a yükselttiği sonucuna varmışlardır. Ojha ve Thapa (2017), %6 oranında mandarin kabuğu tozu ikamesinin bisküvide fenolik bileşik içeriğini 720 µg GAE/g'dan 2150 µg GAE/g'a artırdığını tespit etmişlerdir. Aydın (2014), balkabağı tozu ikamesiyle bisküvilerin toplam fenolik bileşik miktarının 714.79 mg GAE/100 g'dan 1425.23 mg GAE/100 g'a yükseldiğini bildirmiştir.



Şekil 4.1. Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı Üzerinde Etkili “Kurutma Tekniği x İkame Oranı” İnteraksiyonu

Kamkat tozunun toplam fenolik madde miktarı buğday unundakinden yüksek olduğu için, bisküvi örneklerinde artan kamkat tozu ikame oranıyla fenolik bileşik içeriğinin artması beklenen bir sonuçtur.

Kurutma teknikleri kıyaslandığında; en düşük fenolik bileşik içeriğine sahip bisküvilerin konveksiyonel kurutmanın kullanıldığı örneklerde elde edilmesi,

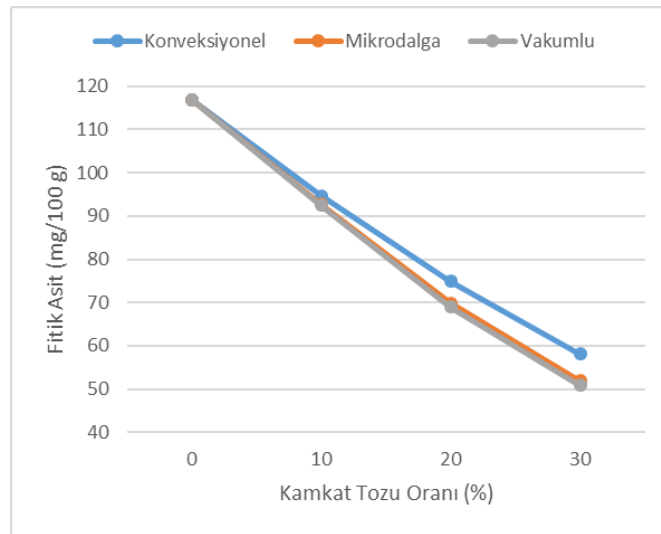
muhtemelen konveksiyonel kurutma kullanılarak üretilmiş kamkat tozlarının fenolik bileşik içeriğinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Sıcaklıkla uzun süre muamelenin fenolik bileşiklerin oksidasyonuna neden olması da, konveksiyonel kurutmada fenolik bileşik içeriğinin düşük olmasının muhtemel sebebi olabilir (Karaman ve ark., 2014; İnanoğlu, 2017; Tontul ve Topuz, 2017).

4.2.2.8. Fitik asit analizi sonuçları

En yüksek fitik asit miktarı 116.86 mg/100 g olarak şahit numunede bulunmuş olup, kamkat tozlarının kullanıldığı bisküvi örneklerinde fitik asit miktarları 50.80 mg/100 g ve 94.64 mg/100 g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.9).

Varyans analizi sonucunda bisküvilerin fitik asit miktarı üzerinde, kurutma tekniğinin ve “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksiyonunun etkisi önemsiz ($p>0.05$), kamkat tozu ikame oranının etkisi $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları değerlendirildiğinde; kurutma teknikleriyle ilişkili olarak, örneklerin fitik asit değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Kamkat ikame oranı arttıkça örneklerin fitik asit miktarlarında önemli düşüşler (116.86 mg/100 g’dan 53.60 mg/100 g’a) meydana gelmiştir. İkame oranları farklı bütün örnekler, istatistiksel olarak birbirinden önemli derecede ($p<0.05$) farklı bulunmuştur (Çizelge 4.11).



Şekil 4.2. Bisküvi Örneklerinin Fitik Asit Miktarı Üzerinde Etkili “Kurutma Tekniği x İkame Oranı” İnteraksiyonu

Üretimlerde kullanılan buğday unu, kamkat tozlarına kıyasla çok yüksek miktarda fitik asit içermektedir. Bu durumun, bisküvilerde kamkat tozu ikame oranının artması ile fitik asit içeriğinin düşmesindeki en önemli faktör olduğu söylenebilir (Çizelge 4.2). Kurutma yönteminin bisküvi örneklerinin fitik asit içeriğinde önemli bir etkisi yoktur ($p>0.05$).

4.2.3. Bisküvi örneklerinde gerçekleştirilen analizlerin sonuçları

Bisküvi örneklerinde yapılan çap, kalınlık ve yayılma oranı ölçümlerinin sonuçları Çizelge 4.12.'de, değerlerin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.13.'te, Tukey HSD testi sonuçları ise Çizelge 4.14.'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.12. Bisküvide Gerçekleştirilen Analizlerin Sonuçları

Kurutma Tekniği	Oran	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma Oranı
Konveksiyonel	%0	58.45±0.05	6.55±0.05	8.92±0.08
	%10	58.95±0.05	6.55±0.05	9.00±0.08
	%20	58.45±0.05	6.15±0.05	9.50±0.09
	%30	58.55±0.05	5.55±0.05	10.55±0.09
Mikrodalga	%0	58.45±0.05	6.55±0.05	8.92±0.08
	%10	59.25±0.05	6.05±0.15	9.80±0.25
	%20	59.60±0.10	5.75±0.05	10.37±0.07
	%30	57.85±0.05	5.95±0.05	9.72±0.07
Vakumlu	%0	58.45±0.05	6.55±0.05	8.92±0.08
	%10	58.10±0.40	6.15±0.05	9.45±0.14
	%20	57.65±0.05	5.95±0.05	9.69±0.09
	%30	57.55±0.05	6.05±0.05	9.51±0.07

Çizelge 4.13. Bisküvide Gerçekleştirilen Analizlere Ait Varyans Analizi Sonuçları¹

VK	SD	Çap		Kalınlık		Yayılma oranı	
		KT	F	KT	F	KT	F
Kurutma Tekniği (A)	2	3.19	49.09**	0.07	4.20ns	0.40	8.27**
İkame Oranı (B)	3	1.99	20.39**	1.80	72.00ns	3.85	53.16**
AxB	6	3.13	16.05**	0.65	13.00ns	2.27	15.65**
Hata	12	0.39		0.10		0.29	

¹* $p < 0.05$ düzeyinde önemli, ** $p < 0.01$ düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4.14. Bisküvide Gerçekleştirilen Analizlere Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları¹

Faktör	n	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma Oranı
<i>Kurutma Tekniği</i>				
Konveksiyonel	8	58.60±0.05 ^a	6.20±0.05 ^a	9.50±0.08 ^b
Mikrodalga	8	58.79±0.06 ^a	6.08±0.07 ^b	9.70±0.12 ^a
Vakumlu	8	57.94±0.14 ^b	6.18±0.05 ^{ab}	9.39±0.09 ^b
<i>İkame Oranı</i>				
0	6	58.45±0.05 ^b	6.55±0.05 ^a	8.92±0.08 ^c
10	6	58.77±0.17 ^a	6.25±0.08 ^b	9.42±0.16 ^b
20	6	58.57±0.07 ^{ab}	5.95±0.05 ^c	9.85±0.08 ^a
30	6	57.98±0.05 ^c	5.85±0.05 ^c	9.93±0.08 ^a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)

Bisküvilerin çap ölçüm değerleri 57.55 mm ve 59.60 mm arasında, kalınlık ölçüm değerleri 5.55 mm ve 6.55 mm arasında, yayılma oranı değerleri ise 8.92 ve 10.55 arasında değişmektedir (Çizelge 4.12).

Varyans analizinde; örneklerin çap değerleri ve yayılma oranları üzerinde kurutma tekniğinin, ikame oranının ve “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksiyonunun etkisi p<0.01 düzeyinde önemli bulunurken, kalınlık değerleri üzerindeki etkileri önemsiz (p>0.05) bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Tukey HSD karşılaştırma testinde, kamkat meyvesinin kurutma teknikleri arasında bir değerlendirme yapıldığında, vakumlu kurutma tekniğinin kullanıldığı örneklerin çap değerleri, hem deskriptif olarak hem de istatistiki olarak diğer tekniklerle üretilen örneklerden önemli derecede (p<0.05) farklı bulunmuştur. Kamkat tozu ikame oranının artışıyla bisküvi çaplarının küçüldüğü tespit edilmiştir. Yine de %10 ve %20 ikame oranına sahip bisküvilerin çap ölçümleri şahit numuneninkinden yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Kalınlık değeri en düşük bisküvilerin, mikrodalga kurutmayla (6.08 mm) elde edilen kamkat tozlarının kullanıldığı örnekler olduğu bulunurken, kalınlık değerleri en yüksek bisküviler ise konveksiyonel kurutma (6.20 mm) tekniğinin kullanıldığı örneklerde elde edilmiştir. Çap değerlerinde olduğu gibi kalınlık değerleri de artan meyve tozu ikame oranıyla azalmıştır (Çizelge 4.14).

Bisküvilerin yayılma oranları arasında hem kurutma tekniği hem de ikame oranı bakımından istatistiksel olarak önemli farklar (p<0.05) bulunmuştur (Çizelge 4.14).

En düşük yayılma oranı 9.39 ile vakumlu kurutma tekniği kullanılan bisküvilerde, en yüksek yayılma oranı ise 9.70 ile mikrodalga kurutma tekniği kullanılan bisküvilerde elde edilmiştir. Çap ve kalınlık ölçümlerinin aksine artan ikame oranıyla, örneklerin yayılma oranları da artmıştır (Çizelge 4.14).

Bisküvide kaliteli bir ürün elde etmek için; çapın geniş, kalınlığın düşük ve yayılma oranının yüksek olması beklenmektedir (Can, 2015). Çapın çok geniş olması istenmeyen yayılmaya, kalınlığın çok fazla olması ise istenmeyen kabarma ve büzülmeye neden olmaktadır (Uysal, 2005).

Nassar ve ark. (2008), bisküvilerde 58.4 mm çap, 6.53 mm kalınlık ve 8.94 yayılma oranı değerlerine sahip kontrol örneğine karşılık, sırasıyla portakal kabuk ve pulp tozu ikamesiyle, örneklerin çaplarının 52.5 ve 54.2 mm'ye, kalınlıklarının 6.61 ve 6.74 mm'ye, yayılma oranlarının 7.94 ve 8.04'e düştüğünü tespit etmişlerdir.

Kohajdová ve ark. (2011) bisküvide narenciye diyet lifi preparatları katkısı üzerine yaptıkları bir çalışmalarında, limon bazlı diyet lif ikamesinin örneklerin çapını 48.00 mm'den 43.30 mm'ye, kalınlığını 5.80 mm'den 5.44 mm'ye, yayılma oranını 8.28'den 7.95'e düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Portakal bazlı diyet lif ikamesinin ise örneklerin çapını 48.00 mm'den 43.10 mm'ye, kalınlığını 5.80 mm'den 5.40 mm'ye, yayılma oranını 8.28'den 7.98'e düşürdüğünü bildirmişlerdir. Çap, kalınlık ve yayılma oranındaki bu düşüşün, narenciye diyet lifi katkısıyla bisküvideki gluten yapısının seyreilmesi sonucu meydana geldiği öne sürülmüştür.

Greyfurt, elma ve limon bazlı diyet lif ikamesi ile bisküvilerin çap, kalınlık ve yayılma oranlarının düştüğü bildirilmiştir (Uysal, 2005; Kohajdová ve ark., 2013). Ojha ve Thapa (2017), mandarin kabuğu tozu ikamesiyle bisküvilerin çap ve yayılma oranlarının azaldığını, kalınlıklarının ise arttığını bildirmişlerdir. Uysal (2005), turunçgillerden elde edilen liflerin su kaldırma kapasitelerinin diğer liflere göre daha fazla olduğunu ve turunçgil bazlı liflerin bisküviye ikamesiyle serbest suyun daha çok absorblanarak ürünün çapının düşmesine neden olduğunu bildirmiştir. Ojha ve Thapa (2017) ise yayılma oranının bisküvi bileşimindeki diyet lif miktarı ve/veya protein kalitesiyle alakalı olduğunu, lif ve proteinin hamurun su tutma kapasitesine etki ederek yayılma oranını da etkilediğini bildirmişlerdir. Acun (2011) ise lif partiküllerinin büyük olması ile su tutma kapasitesinin artacağını ve bisküvilerde yayılma oranının düşmesine neden olacağını bildirmiştir.

Srivastava ve ark. (2015), limon kabuğu tozu ikame edilen bisküvilerde; konveksiyonel pişirme ile çapın 4.50 mm'den 4.33 mm'ye, kalınlığın 0.86 mm'den 0.77 mm'ye ve yayılma oranının 5.35'ten 5.23'e düştüğünü tespit etmişlerdir. Mikrodalga pişirmeyle ise çapın 4.49 mm'den 4.31 mm'ye, kalınlığın 0.84 mm'den 0.72 mm'ye ve yayılma oranının 5.34'ten 5.21'e düştüğü sonucunu elde etmişlerdir. Demirel (2017), portakal, limon ve greyfurt albedosu tozu ikamesiyle bisküvilerin çap ve kalınlıklarının azaldığını, yayılma oranlarının arttığını, limon albedosu tozu ikamesiyle ise çap, kalınlık ve yayılma oranının azaldığını bildirmiştir.

Can (2015), portakal kabuğu tozu ikamesiyle bisküvilerin çapının 48.56 mm'den 47.27 mm'ye, kalınlığının 8.41 mm'den 6.82 mm'ye düştüğünü ve yayılma oranının 5.77'den 6.94'e yükseldiğini bildirmiştir. Bu değişimler ise formülasyona eklenen portakal kabuğu tozu ile; hamur bileşiminde artan diyet lifin yağı absorplaması ve yayılma oranı üzerindeki etkisini azaltması, gluten bağının zayıflaması ve pH'nın düşmesine neden olarak hamur içerisinde gaz kabarcıklarının oluşumunu kısıtlaması ile açıklanmıştır.

Vakumlu kurutma tekniğinin kullanıldığı örneklerin çap değerleri diğer yöntemlerden daha düşüktür. Literatürde buğday proteini dışındaki proteinlerin su absorpsiyonunun, gluten proteininin absorpsiyonundan yüksek olduğu bildirilmiştir (Aydın, 2014). Vakumlu kurutma tekniğinin kullanıldığı örneklerin protein içeriğinin daha yüksek olması, hamurun su tutma kapasitesinin artması üzerinde muhtemelen etkili olduğu, bu durumun ise daha küçük çaplı ürünler elde edilmesine neden olduğu söylenebilmektedir (Çizelge 4.8).

Mikrodalga tekniğinin kullanıldığı örneklerin yayılma oranının diğer yöntemlerin kullanıldığı örneklerin yayılma oranından fazla olması, en yüksek çap ve en düşük kalınlık değerlerine sahip olmalarından kaynaklandığı söylenebilir.

4.2.4. Bisküvi örneklerinin duyu analizi sonuçları

Panelistler tarafından 1 (kötü) ve 5 (oldukça iyi) arasındaki puanlamayla değerlendirilmeleri yapılan kamkat tozu ikameli bisküvilerde, tüm örneklerin duyu parametrelerdeki ortalama puanları; renk kriterinde 3.67, koku kriterinde 3.69, tat kriterinde 3.26, görünüş kriterinde 3.68, gevreklik kriterinde 3.84 ve genel beğenide 3.47 olarak bulunmuştur. Bisküvi örneklerine ait duyu değerlendirme sonuçları Çizelge 4.15.'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.15. Bisküvi Örneklerinin Duyusal Değerlendirme Sonuçları

Kurutma Tekniği	İkame Oranı	Ortalama Renk	Ortalama Koku	Ortalama Tat	Ortalama Görünüş	Ortalama Gevreklik	Ortalama Genel Beğeni
Konveksiyonel	%0	3.38	3.67	3.54	3.46	3.97	3.33
	%10	3.78	3.75	3.71	3.93	4.09	3.81
	%20	3.50	3.67	3.26	3.69	4.19	3.67
	%30	3.47	3.42	2.40	3.57	3.73	2.79
Mikrodalga	%0	3.38	3.67	3.54	3.46	3.97	3.33
	%10	3.35	3.75	3.44	3.57	3.08	3.42
	%20	3.87	3.71	3.38	3.80	3.86	3.58
	%30	4.20	3.63	2.75	3.60	3.73	3.40
Vakumlu	%0	3.38	3.67	3.54	3.46	3.97	3.33
	%10	3.88	4.08	4.30	4.08	4.47	4.10
	%20	3.75	3.71	3.03	3.75	3.78	3.46
	%30	3.53	3.52	2.84	3.39	3.53	3.18

Bisküviler arasında;

- En iyi renk değeri, 3.88 puan ile vakumlu kurutmaya elde edilen kamkat tozunun %10 oranında ikame edildiği,
- En iyi koku değeri, 4.08 puan ile vakumlu kurutmaya elde edilen kamkat tozunun %10 oranında ikame edildiği,
- En iyi tat değeri, 4.30 puan ile vakumlu kurutmaya elde edilen kamkat tozunun %10 oranında ikame edildiği,
- En iyi görünüş değeri, 4.08 puan ile vakumlu kurutmaya elde edilen kamkat tozunun %10 oranında ikame edildiği,
- En iyi gevreklik değeri, 4.47 puan ile vakumlu kurutmaya elde edilen kamkat tozunun %10 oranında ikame edildiği,
- En yüksek genel beğeni, 4.10 puan ile vakumlu kurutmaya elde edilen kamkat tozunun %10 oranında ikame edildiği örneklerde bulunmuştur.

Tüm kriterler ve örnekler birlikte değerlendirildiğinde; en çok beğeni görmüş örnekler, vakumlu kurutmaya elde edilmiş kamkat tozunun %10 oranında ikame edildiği bisküviler olurken, en az beğeni görmüş örnekler ise konveksiyonel kurutmaya elde edilen kamkat tozunun %30 oranında ikame edildiği bisküviler olarak tespit edilmiştir. Genel olarak ise tüm bisküvilerin duyusal olarak “iyi” olduğu sonucuna varılmıştır.

4.3. Kek Analiz Sonuçları

4.3.1. Fiziksel analiz sonuçları

4.3.1.1. Renk ölçümlerinin sonuçları

Kamkat tozu ikamesiyle üretilen kek örneklerine ait renk ölçümleri Çizelge 4.16.'da, renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17.'de ve Tukey HSD testi sonuçları ise Çizelge 4.18.'de özetlenmiştir.

Kek örneklerinin kabuk kısımlarının L^* değerleri 40.29-51.66, a^* değerleri 13.88-15.28 ve b^* değerleri 20.96-32.90 arasında, iç dokularının ise L^* değerleri 70.30-76.12, a^* değerleri (-2.10)- 0.93 ve b^* değerleri 30.19-43.38 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.15).

Kamkat ikameli keklerin renk ölçümlerine ait varyans analizi sonucunda; iç doku renklerinde L^* ve a^* değerleri üzerinde kurutma tekniğinin, ikame oranının ve “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksiyonunun etkisi $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. b^* değeri üzerinde kurutma tekniği ile “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksiyonunun etkisi $p<0.05$ düzeyinde, ikame oranının etkisi ise $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Keklerin kabuk kısmının renklerinde ise L^* ve b^* değerleri üzerinde kurutma tekniği ve ikame oranının etkisi $p<0.01$ düzeyinde önemli, “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksiyonunun etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Kabuk kısmının a^* değerleri üzerinde kurutma tekniği ve ikame oranının etkisi önemsiz ($p>0.05$), “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksiyonunun etkisi $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17).

Kek örneklerinin iç doku renginde hammadde kurutma tekniğine bağlı olarak en düşük L^* değeri mikrodalga tekniğinde (72.84) elde edilirken, en yüksek L^* değeri konveksiyonel kurutmayla (74.48) elde edilmiştir. Kurutma teknikleri içerisinde; en düşük ve en yüksek a^* değerlerine sahip örnekler sırasıyla; -1.16 ile konveksiyonel ve -0.95 ile vakumlu kurutmanın kullanıldığı örneklerde elde edilmiştir. En düşük ve en yüksek b^* değerlerine sahip örnekler ise; 37.22 ile mikrodalga ve 37.63 ile vakumlu kurutmanın kullanıldığı kekler olarak bulunmuştur (Çizelge 4.18).

İç doku renginde, parlaklık ve kırmızılık parametrelerinde konveksiyonel kurutmanın kullanıldığı örnekler istatistiksel olarak diğer kurutma yöntemlerinin kullanıldığı örneklerden önemli derecede farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Sarılık parametresinde ise; her kurutma tekniğinin diğer yöntemlerle arasında istatistiksel olarak önemli farklar olduğu bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.16. Kek Örneklerinin Renk Ölçümleri

Örnek	Kurutma Tekniği	Oran	L^*	a^*	b^*
Kek (Kabuk Rengi)	Konveksiyonel	%0	51.66±0.80	14.95±0.23	32.90±0.37
		%10	47.27±0.06	14.21±0.06	24.61±0.64
		%20	43.60±1.08	14.82±0.28	22.36±1.35
		%30	43.76±0.17	15.14±0.01	23.20±0.22
	Mikrodalga	%0	51.66±0.80	14.95±0.23	32.90±0.37
		%10	46.77±0.21	14.86±0.10	27.81±0.24
		%20	42.57±0.36	14.92±0.11	24.79±0.68
		%30	41.31±0.31	14.64±0.06	24.07±0.33
	Vakumlu	%0	51.66±0.80	14.95±0.23	32.90±0.37
		%10	45.29±0.58	15.28±0.03	26.46±0.10
		%20	42.60±0.02	13.88±0.38	20.96±1.53
		%30	40.29±0.83	14.81±0.15	22.40±0.91
Kek (İç Renk)	Konveksiyonel	%0	76.12±0.05	-1.77±0.04	30.19±0.03
		%10	75.54±0.29	-1.89±0.04	36.88±0.09
		%20	74.37±0.02	-1.45±0.04	40.20±0.07
		%30	71.93±0.14	0.46±0.12	42.48±0.08
	Mikrodalga	%0	76.12±0.05	-1.77±0.04	30.19±0.03
		%10	75.47±0.04	-1.78±0.01	36.43±0.13
		%20	70.30±0.74	-0.68±0.05	40.08±0.28
		%30	69.46±0.07	0.24±0.21	42.21±0.02
	Vakumlu	%0	76.12±0.05	-1.77±0.04	30.19±0.03
		%10	75.36±0.08	-2.10±0.07	36.14±0.12
		%20	72.69±0.31	-0.86±0.02	40.81±0.18
		%30	67.99±0.09	0.93±0.02	43.38±0.56

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

Çizelge 4.17. Kek Örneklerinin Renk Ölçümlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları¹

VK	SD	<i>L*</i> İç		<i>a*</i> İç		<i>b*</i> İç		<i>L*</i> Kabuk		<i>a*</i> Kabuk		<i>b*</i> Kabuk	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kurutma Tekniği (A)	2	12.98	50.03**	0.20	8.27**	0.65	4.05*	10.61	7.26**	0.05	0.35ns	14.94	6.94**
İkame Oranı (B)	3	152.98	393.22**	22.84	643.41**	537.78	2227.40**	354.46	161.66**	0.56	2.55ns	396.03	122.61**
AxB	6	19.61	25.20**	1.06	14.97**	2.01	4.16*	7.76	1.77ns	2.70	6.16**	13.25	2.05ns
Hata	12	1.56		0.14		0.96		8.77		0.88		12.92	

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

Çizelge 4.18. Kek Örneklerinin Renk Ölçümlerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları¹

Faktör	n	<i>L*</i> İç	<i>a*</i> İç	<i>b*</i> İç	<i>L*</i> Kabuk	<i>a*</i> Kabuk	<i>b*</i> Kabuk
Kurutma Tekniği							
Konveksiyonel	8	74.48±0.13 ^a	-1.16±0.06 ^b	37.44±0.07 ^{ab}	46.57±0.52 ^a	14.78±0.15 ^a	25.76±0.64 ^b
Mikroalga	8	72.84±0.23 ^b	-1.00±0.07 ^a	37.22±0.11 ^b	45.57±0.42 ^{ab}	14.84±0.13 ^a	27.39±0.41 ^a
Vakumlu	8	73.04±0.13 ^b	-0.95±0.04 ^a	37.63±0.22 ^a	44.96±0.56 ^b	14.73±0.20 ^a	25.68±0.73 ^b
İkame Oranı							
0	6	76.12±0.05 ^a	-1.76±0.04 ^c	30.18±0.03 ^d	51.66±0.80 ^a	14.94±0.23 ^a	32.90±0.37 ^a
10	6	75.46±0.14 ^b	-1.92±0.04 ^c	36.48±0.11 ^c	46.44±0.28 ^b	14.78±0.07 ^a	26.29±0.33 ^b
20	6	72.45±0.36 ^c	-0.99±0.03 ^b	40.36±0.18 ^b	42.92±0.48 ^c	14.54±0.26 ^a	22.70±1.18 ^c
30	6	69.79±0.10 ^d	0.54±0.12 ^a	42.69±0.22 ^a	41.78±0.44 ^c	14.86±0.07 ^a	23.22±0.48 ^c

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05);

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

Artan kamkat tozu ikame oranıyla, kek örneklerinin iç dokularının parlaklığı azalmış, kırmızılığı ve sarılığı ise artmıştır. İkame oranına bağlı olarak, bütün örneklerde hem parlaklık hem de a^* ve b^* değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4.18).

Gözü kara (2013), %50 oranında balkabağı tozu ikamesinin kek örneklerinde L^* değerini 61.22'den 56.85'e düşürdüğü, a^* değerini 0.58'den 7.24'e ve b^* değerini ise 17.20'den 28.77'ye yükselttiği sonucunu elde etmiştir. Parlaklığın azalıp kırmızılık ve sarılığın artması, balkabağı tozunun turuncu renkte olması ile açıklanmıştır.

Bozdoğan (2015) tez çalışmasının sonucunda, kinoa unu ikamesinin keklerin iç doku renginde parlaklığı azalttığını (78.00-68.34), kırmızılık ve sarılığı ise artırdığını (a^* 6.30- 8.33 ve b^* 31.31- 33.80) bildirmiştir. Topkaya (2017) %0, 5, 10 ve 15 oranlarında nar kabuğu tozu ikamesinin muffin keklerde iç doku renginde L^* değerini 64.86'dan 34.99'a düşürdüğünü, a^* değerini 3.37'den 5.98'e yükselttiğini ve b^* değerini 23.20'den 13.26'ya düşürdüğünü tespit etmiştir. Uçar (2011) çeşitli meyve tozlarının pandispanya keklerde un yerine ikamesi üzerine yaptığı çalışma sonucunda, örneklerin iç renk değerlerinde, kontrol örneğinde 79.95 olan L^* parametresinin, alıç tozu ikamesiyle 68.95'e, muşmula tozu ikamesiyle 56.34'e, iğde tozu ikamesiyle 63.79'a, mersin tozu ikamesiyle 59.21'e düştüğünü bulmuştur. Kontrol örneğinde 4.46 olan a^* değerinin ise alıç, muşmula, iğde ve mersin tozu ikamesiyle sırasıyla 3.95, 8.96, 4.08 ve 7.10 olarak, kontrol örneğinde 26.18 olan b^* değerinin de yine aynı sıralama ile 24.28, 17.85, 19.15 ve 22.23 olarak değiştiğini bildirmiştir. Noğay (2014) muffin keklerde nar çekirdeği tozu ikamesi ile iç doku renginde L^* değerinin 57.45'ten 37.80'e düştüğünü, a^* değerinin 2.56'dan 5.72'ye yükseldiğini ve b^* değerinin 20.68'den 12.39'a düştüğünü tespit etmiştir. Alifakı (2013) ise nohut tozu katkısıyla keklerde parlaklığın azaldığını bulmuştur.

Ergün (2012) çalışmasında, konveksiyonel ve mikrodalga pişirme metodunu kullandığı kek örneklerinde, kivi püresi tozunun buğday unu yerine ikamesinin örneklerdeki kalite kriterlerine etkisini araştırmıştır. Sonuçta; konveksiyonel pişirme metodu kullanıldığında, keklerin iç dokusunda, L^* değerinin 63.32'den 49.46'ya düştüğü, a^* değerinin (-1.06)'dan 3.92'ye ve b^* değerinin ise 26.57'den 27.14'e yükseldiği sonucunu elde etmiştir. Mikrodalga pişirme metodunda ise; L^* değerinin 70.01'den 60.73'e düştüğünü, a^* değerinin (-0.95)'ten 4.57'ye ve b^* değerinin ise 29.63'ten 31.83'e yükseldiğini bildirmiştir.

Kamkat tozu ikamesiyle keklerin iç dokularında parlaklığın azalması ve kırmızılık ile sarılığın artmasının, kamkat tozunun kendine has renginden kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca artan ikame oranıyla rengin giderek koyulaşmasında, muhtemelen Maillard reaksiyonlarının meydana gelmesi ve şeker karamelizasyonunun da etkili olduğu söylenebilir (Gözükara, 2013).

Konveksiyonel kurutma tekniğinin kullanıldığı kek örneklerinde L^* ve a^* değerlerinin diğer yöntemlerden istatistiki olarak farklı olmasının nedeni, örneklerdeki renk pigmentlerine atfedilebilir.

Örneklerin kabuk renkleri için karşılaştırma testi sonuçlarına bakıldığında; kamkat kurutma tekniğiyle ilişkili olarak, parlaklığın sırasıyla; konveksiyonel, mikrodalga, vakumlu kurutma tekniklerinde azaldığı bulunmuş, meyve tozu ikame oranıyla ilişkili olarak ise, ikame oranı arttıkça parlaklığın azaldığı görülmüştür. Örneklerin L^* değerleri arasında hem kurutma tekniği açısından hem de ikame oranı açısından istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur ($p < 0.05$) (Çizelge 4.18).

Keklerin kabuk kısmının a^* değerleri arasında her ne kadar deskriptif farklar olsa da istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$). Keklerin kabuk kısımlarda, kamkat kurutma tekniğiyle ilişkili olarak, en düşük b^* değerini vakumlu kurutmanın (25.68) kullanıldığı örnekler, en yüksek b^* değerini ise mikrodalga kurutma tekniğinin (27.39) kullanıldığı örnekler göstermiştir. Kamkat tozu ikame oranı arttıkça, kek örneklerinin kabuk renginde b^* değerleri azalma göstermiştir. Mikrodalga kurutma yönteminin kullanıldığı örneklerin b^* değerleri, diğer yöntemlerin kullanıldığı örneklerle göre istatistiksel olarak önemli derecede farklı bulunmuştur ($p < 0.05$) (Çizelge 4.18).

Kinoa unu ikamesi ile keklerin kabuk kısmında L^* değerleri 53.48- 44.44, a^* değerleri 17.58-18.77 ve b^* değerleri 35.01-33.68 arasında değişmiş, parlaklığın ve sarılığın azaldığı, kırmızılığın arttığı bildirilmiştir (Bozdoğan, 2015). Nar kabuğu tozu ikamesiyle L^* değerinin 40.06'dan 26.69'a, a^* değerinin 13.23'ten 8.19'a ve b^* değerinin 17.92'den 9.05'e düştüğü tespit edilmiştir (Topkaya, 2017).

L^* değeri 73.25 olan kontrol örneğine karşılık, alıç, muşmula, iğde ve mersin tozu ikamesiyle L^* değerleri sırasıyla 61.48, 54.84, 57.20 ve 58.48'e düşmüştür. 8.04 a^* değerine sahip kontrol örneğine karşılık sırasıyla; alıç, muşmula, iğde ve mersin tozu ikamesiyle, a^* değerleri 13.11, 13.49, 15.53 ve 12.15'e yükselmiş; 32.02 b^* değerindeki kontrol örneğine karşılık yine aynı sıralama ile b^* değerleri 33.14, 29.57, 32.83 ve 29.65 şeklinde değişim göstermiştir (Uçar, 2011).

%0, 10, 20, 30 oranlarıyla muffin keklerde, buğday unu yerine ikame edilen nar çekirdeği tozları üzerine yapılan bir çalışmada, artan ikame oranlarıyla L^* değerlerinin 42.32'den 34.85'e, a^* değerlerinin 13.01'den 9.49'a ve b^* değerlerinin ise 18.91'den 14.27'ye düştüğü bildirilmiştir (Noğay, 2014). Kivi püresi tozu ikamesiyle L^* değerleri 45.43'ten 39.55'e ve b^* değerleri 32.37'den 24.83'e düşmüş, a^* değerleri ise 13.50'den 14.64'e yükselmiştir (Ergün, 2012).

Keklerin kabuk renginde parlaklığın git gide azalması kamkat tozlarının parlaklığının buğday unununkinden düşük olmasından dolayı beklenen bir durum olup; artması beklenen sarılık ve kırmızılığın azalmasında, kamkat tozu ikamesinin örneklerde Maillard reaksiyonunu artırması ve kırmızı-sarı rengi maskelemesi muhtemel sebep olarak gösterilebilir (Topkaya, 2017). Keklerin kabuk rengi, hamurun su içeriği, pH, indirgen şeker ve aminoasit miktarı, pişirme sıcaklığı, hava hızı, bağıl nemi gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Gözükara, 2013). Kek kabuklarının renk değerleri arasındaki farklar bu faktörlerdeki değişimler ile açıklanabilir.

4.3.1.2. Tekstür analizi sonuçları

Kek örneklerinin tekstür analizi sonuçları Çizelge 4.19.'da, tekstür analizine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.20.'de ve Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.21.'de özetlenmiştir.

1. ve 3. gün analizlerinde keklerin sertliği sırasıyla 660.78-1155.94 g ve 976.52-1675.80 değerleri arasında, esnekliği ise 36.21-42.64 ve 33.43-39.28 değerleri arasında değişim göstermiştir. Genel bir kıyaslama yapıldığında, 3. günde 1. güne kıyasla sertliğin arttığı ve esnekliğin azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.19).

Varyans analizi sonucunda, örneklerden hem 1. gün hem de 3. gün elde edilen sertlik ve esneklik değerleri üzerine etkili kurutma tekniği, ikame oranı ve "kurutma tekniği x ikame oranı" interaksyonu $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.20).

Hem 1. gün hem 3. gün yapılan analizlerin sonucunda, kamkat kurutma tekniğiyle ilişkili olarak, örneklerin sertliğinin sırasıyla; konveksiyonel, mikrodalga, vakumlu kurutma şeklinde azaldığı görülmüştür. Konveksiyonel kurutma tekniğinin kullanıldığı örnekler diğer iki teknik ile üretilen örneklerden istatistiksel olarak önemli derecede farklı bulunmuştur ($p < 0.05$).

1. gün sertlik değeri en düşük keklerin %20 ikame oranına sahip örnekler (719.82 g) olduğu bulunurken, en yüksek sertlik değerine sahip keklerin ise %30 kamkat tozu ikame edilen örnekler (945.10 g) olduğu tespit edilmiştir. 3. günde ise meyve tozu ikame oranı arttıkça örneklerin sertliğinin de arttığı, buna karşın yine de şahit numunenin %10 ve %20 ikame oranına sahip örneklerden daha sert olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.19. Kek Örneklerinin Tekstür Analizi Sonuçları

Kurutma Tekniği	Oran	Sertlik (g) (1. Gün)	Esneklik (%) (1.Gün)	Sertlik (g) (3. Gün)	Esneklik (%) (3.Gün)
Konveksiyonel	%0	766.36±19.43	41.82±0.07	1200.26±11.34	39.25±0.32
	%10	805.68±5.17	42.64±0.97	1254.71±14.91	38.78±0.03
	%20	752.00±43.60	41.39±0.11	1282.29±1.50	36.89±0.57
	%30	1155.94±47.17	41.72±0.51	1675.80±25.21	35.90±0.01
Mikrodalga	%0	766.36±19.43	41.82±0.07	1200.26±11.34	39.25±0.32
	%10	737.10±30.46	41.55±0.78	1073.33±10.69	39.28±0.10
	%20	746.68±23.49	39.72±0.15	1126.62±12.95	37.47±0.22
	%30	843.54±25.56	36.21±0.84	1033.60±28.66	33.43±0.58
Vakumlu	%0	766.36±19.43	41.82±0.07	1200.26±11.34	39.25±0.32
	%10	810.43±13.37	41.76±0.07	976.52±21.23	38.59±0.18
	%20	660.78±2.57	40.71±0.17	1135.86±31.30	38.91±0.19
	%30	835.83±23.98	39.15±0.23	1114.33±41.73	39.18±0.71

1. gün analiz sonuçlarında esnekliği en az ve en fazla olan örneklerin sırasıyla; mikrodalga (39.83 g) ve konveksiyonel (41.89 g) kurutma tekniğinin kullanıldığı örnekler olduğu ve tüm kurutma tekniklerinde örneklerin esneklik değerlerinin istatistiksel olarak birbirinden önemli derecede farklı olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Kamkat ikame oranı arttıkça keklerin esnekliği azalırken, 1. günde %10 kamkat tozu ikameli kek örneklerinin esnekliği şahit numuneden yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.20. Kek Örneklerinin Tekstür Analizine Ait Varyans Analizi Sonuçları¹

VK	SD	Sertlik 1. gün		Esneklik 1. gün		Sertlik 3. gün		Esneklik 3. gün	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kurutma Tekniği (A)	2	52490.94	19.26**	17.06	19.38**	321888.56	174.93**	11.70	21.94**
İkame Oranı (B)	3	172776.97	42.26**	33.69	25.52**	90943.16	32.95**	34.54	43.15**
AxB	6	98142.92	12.00**	17.48	6.62**	277850.44	50.33**	26.42	16.51**
Hata	12	16354.07		5.28		11040.53		3.20	

¹*p<0.05 düzeyinde önemli, **p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4.21. Kek Örneklerinin Tekstür Analizine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları¹

Faktör	n	Sertlik (g) 1. gün	Esneklik (%) 1. gün	Sertlik (g) 3. gün	Esneklik (%) 3. gün
Kurutma Tekniği					
Konveksiyonel	8	870.00±28.84 ^a	41.89±0.41 ^a	1353.26±13.24 ^a	37.70±0.23 ^b
Mikrodalga	8	773.42±24.73 ^b	39.83±0.46 ^c	1108.45±15.91 ^b	37.36±0.30 ^b
Vakumlu	8	768.35±14.84 ^b	40.86±0.13 ^b	1106.74±26.40 ^b	38.98±0.35 ^a
İkame Oranı					
0	6	766.36±19.43 ^{bc}	41.82±0.07 ^a	1200.26±11.34 ^b	39.25±0.32 ^a
10	6	784.40±16.33 ^b	41.98±0.60 ^a	1101.52±15.61 ^c	38.88±0.10 ^a
20	6	719.82±23.22 ^c	40.60±0.15 ^b	1181.59±15.25 ^b	37.75±0.33 ^b
30	6	945.10±32.23 ^a	39.03±0.53 ^c	1274.58±31.87 ^a	36.17±0.43 ^c

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)

3. gün analiz sonuçlarında ise hammadde kurutma teknikleri arasında, esnekliği en az ve en fazla olan kekler sırasıyla mikrodalga (%37.36) ve vakumlu (%38.98) kurutma yönteminin kullanıldığı örnekler olarak bulunmuştur. Artan meyve tozu ikamesiyle, 1. gün değerlerinde olduğu gibi, keklerin esnekliğinin azaldığı ve 3. gün esneklik değerleri arasında, kurutma tekniği ya da ikame oranı fark etmeksizin, istatistiksel olarak önemli farklar olduğu ($p < 0.05$) görülmüştür (Çizelge 4.21).

Keklere armut posası tozu ikame edilen bir çalışmanın sonucunda, ikame oranı arttıkça keklerin sertliğinin 31.06'dan 34.05'e arttığı ve esnekliğinin 0.93'ten 0.91'e azaldığı bildirilmiştir (Bozdoğan, 2015).

Literatürde mevcut diğer çalışmaların sonucuna göre; mandarin tozu ikame edilen keklerde sertlik 275.90'dan 302.52'ye yükselmiş, esneklik 0.88'den 0.85' düşmüştür (Park ve ark., 2008). Şeftali diyet lifi ikame edilen muffinlerde sertlik (N) 2.73'den 9.99'a yükselmiş, esneklik değerleri 0.83-0.89 cm arasında değişim göstermiştir (Miguel ve ark., 1999). Elma, havuç ve portakal posası tozu ikame edilen keklerde, 9.46 sertlik değerine (N) sahip kontrol örneğine karşı, sertlik değerleri sırasıyla; 19.88, 43.79 ve 21.82'ye yükselmiş, esneklik ise 0.91 cm'den sırasıyla 0.80, 0.83 ve 0.83 cm'ye düşmüştür (Kırbaş ve ark., 2019). Yine mandarin tozu ikamesinin keklerin sertliğini 265.43'ten 311.10'a artırdığı, esnekliğini ise 0.87'den 0.84'e düşürdüğü bulunmuştur (Park ve ark., 2008).

Nar kabuğu tozu ikamesinin keklerde sertliği artırdığı (1897.30-2998.38), esnekliği ise azalttığı (8.86-8.49) bildirilirken, depolama süresince zamana bağlı olarak sertliğin giderek arttığı ve esnekliğin ise git gide azaldığı sonucu elde edilmiştir. Nar kabuğu tozu ikamesiyle sertliğin artması; nar kabuğunda buğday unundan daha fazla miktarda diyet lif bulunması, keklerde meyve kaynaklı diyet lif miktarının artması ve meyve kaynaklı diyet liflerin buğday kaynaklı liflere göre daha sıkı bir tekstür oluşturması ile açıklanmıştır. Sertliğin artmasına bağlı olarak esnekliğin de azaldığı belirtilmiştir (Topkaya, 2017).

Nohut unu ikame edilen keklerde sertliğin arttığı tespit edilmiştir. Bu sonuç, nohutunun gluten içermemesi, nohut unu miktarı arttıkça gluten matriksinin yapıda azalması, dolayısıyla hamurda daha az hava taneciği tutularak gözenek sayısının azalması ve sertliğin artması şeklinde açıklanmıştır (Alifakı, 2013).

Alloush (2015) beyaz ve turuncu tatlı patates ununun keklere ikamesi üzerine yaptığı çalışmada, 4.61 sertlik değerine sahip kontrol örneğine karşılık, sırasıyla %10, 20 ve 30 oranında beyaz ve turuncu tatlı patates unu ikamesi ile sertlik değerlerinin 4.81, 5.05, 3.48 ve 2.79, 3.43, 2.26 şeklinde değiştiğini tespit etmiştir. 0.68 esneklik değerine sahip kontrol örneğine karşı ise esnekliğin; beyaz tatlı patates unu ikamesiyle 0.72, 0.81, 0.69, turuncu tatlı patates unu ikamesiyle 0.70, 0.61, 0.60 şeklinde değiştiği tespit edilmiştir. Ayrıca depolanan örneklerde zamana bağlı olarak sertliğin arttığı ve esnekliğin azaldığı bulunmuştur.

Balkabağı, alıç, muşmula, içde, mersin ve nar çekirdeği tozu ikame edilen keklerde depolama süresince zamana bağlı olarak sertliğin arttığı ve esnekliğin azaldığı bildirilmiştir. Bu durumun nedeni; depolama sırasında nişasta retrogradasyonunun meydana gelmesiyle ürünün nem kaybetmesi ve sertliğinin artması olarak gösterilmiştir. Esnekliğin ise yine ürünün nem kaybetmesine bağlı olarak azaldığı belirtilmiştir. Sertliğin artarak esnekliğin azalması bayatlamının göstergesi olarak görülmektedir (Uçar, 2011; Gözükar, 2013; Noğay, 2014). Bu bilgiler kamkat tozu ikameli keklerde zamanla sertliğin artarak, esnekliğin azalmasını açıklar niteliktedir.

Konveksiyonel kurutmanın kullanıldığı örneklerin sertlik değerleri, diğer tekniklerin kullanıldığı örneklerle göre yüksektir. Kek örneklerinin karbonhidrat içeriklerine bakıldığında konveksiyonel kurutmanın kullanıldığı örneklerde karbonhidrat miktarının diğer tekniklerin kullanıldığı örneklerden daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.24). Bu bağlamda konveksiyonel kurutmanın kullanıldığı örneklerde diyet lif içeriğinin daha fazla olduğu, dolayısıyla daha sert yapıda örnekler elde edildiği yorumu yapılabilir. Esneklik değerlerindeki farklar ise kurutma tekniklerine bağlı olarak hammaddelerin nem içeriğindeki farklılıklar ile açıklanabilmektedir.

4.3.2. Kimyasal analiz sonuçları

Kamkat tozu ikameli kek örneklerinin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.22.'de, örneklerin kimyasal analizlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.23.'te ve Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.24.'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.22. Kek Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

Kurutma Tekniği	Oran	Nem (%)	Kül ¹ (%)	Ham Yağ ¹ (%)	Ham Protein ^{1,2} (%)	Karbonhidrat ¹ (%)	Enerji ¹ (kkal/100 g)
Konveksiyonel	%0	15.26±0.12	1.09±0.01	22.96±0.68	5.30±0.08	55.40±0.49	449.42±3.85
	%10	16.43±0.72	1.12±0.02	19.57±0.69	5.04±0.02	57.85±1.41	427.65±0.66
	%20	17.49±0.57	1.10±0.06	20.76±1.52	4.88±0.03	55.77±2.01	429.44±5.55
	%30	16.64±1.29	1.17±0.01	21.66±0.97	4.69±0.02	55.85±2.29	437.08±0.28
Mikrodalga	%0	15.26±0.12	1.09±0.01	22.96±0.68	5.30±0.08	55.40±0.49	449.42±3.85
	%10	16.77±0.60	1.25±0.02	21.88±0.08	5.10±0.02	55.01±0.55	437.29±2.87
	%20	18.63±1.13	1.14±0.14	21.95±0.35	4.89±0.01	53.39±1.33	430.70±2.18
	%30	17.03±0.08	0.97±0.02	24.14±0.31	4.74±0.02	53.12±0.26	448.66±1.76
Vakumlu	%0	15.26±0.12	1.09±0.01	22.96±0.68	5.30±0.08	55.40±0.49	449.42±3.85
	%10	15.82±0.07	0.97±0.03	22.67±0.76	5.14±0.02	55.40±0.74	446.22±3.96
	%20	17.18±0.78	1.03±0.05	21.92±0.76	4.97±0.05	54.90±0.08	436.77±6.70
	%30	16.54±0.10	1.02±0.02	21.13±0.48	4.81±0.01	56.50±0.35	435.41±2.86

¹Kuru madde üzerinden hesaplama yapılmıştır; ²N x 6.25 faktörü kullanılmıştır

Çizelge 4.23. Kek Örneklerinin Kimyasal Analizlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları¹

VK	SD	Nem		Kül		Yağ		Protein		Karbonhidrat		Enerji	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kurutma Tekniği (A)	2	2.15	1.34ns	0.04	4.08*	9.11	4.05*	0.02	3.32ns	16.33	3.31ns	182.70	3.41ns
İkame Oranı (B)	3	19.43	8.05**	0.01	0.70ns	9.64	2.86ns	1.01	90.96**	6.09	0.82ns	939.77	11.70**
AxB	6	1.37	0.28ns	0.09	3.06*	13.42	1.99ns	0.01	0.46ns	11.72	0.79ns	432.19	2.69ns
Hata	12	9.65		0.06		13.49		0.04		29.58		321.22	

¹*p<0.05 düzeyinde önemli,**p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4.24. Kek Örneklerinin Kimyasal Analizlerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları¹

Faktör	n	Nem (%)	Kül (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Karbonhidrat (%)	Enerji (kkal/100 g)
Kurutma Tekniği							
Konveksiyonel	8	16.46±0.68 ^a	1.12±0.02 ^a	21.24±0.97 ^b	4.98±0.04 ^a	56.22±1.55 ^a	435.90±2.58 ^a
Mikrodalga	8	16.92±0.48 ^a	1.11±0.05 ^a	22.73±0.35 ^a	5.00±0.03 ^a	54.23±0.66 ^a	441.52±2.67 ^a
Vakumlu	8	16.20±0.27 ^a	1.03±0.03 ^a	22.17±0.67 ^{ab}	5.05±0.04 ^a	55.55±0.41 ^a	441.96±4.34 ^a
İkame Oranı							
0	6	15.26±0.12 ^b	1.09±0.01 ^a	22.96±0.68 ^a	5.30±0.08 ^a	55.40±0.49 ^a	449.42±3.85 ^a
10	6	16.34±0.46 ^{ab}	1.11±0.03 ^a	21.38±0.51 ^a	5.09±0.02 ^b	56.08±0.90 ^a	437.05±2.50 ^b
20	6	17.77±0.83 ^a	1.09±0.08 ^a	21.54±0.88 ^a	4.91±0.03 ^c	54.69±1.14 ^a	432.30±4.81 ^b
30	6	16.74±0.49 ^{ab}	1.05±0.02 ^a	22.31±0.59 ^a	4.73±0.02 ^d	55.16±0.96 ^a	440.38±1.63 ^b

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)

4.3.2.1. Nem analizi sonuçları

Keklerin nem değerleri %15.25-18.63 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.22). Varyans analizi sonuçlarına göre kek örneklerinin nem değerleri üzerine kurutma tekniği ve “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksyonunun etkisi önemsiz ($p>0.05$), ikame oranının etkisi ise $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.23).

Tukey HSD karşılaştırma testi sonucunda, genel olarak kamkat tozu ikamesinin keklerin nemliliğini artırdığı görülmüştür. Farklı kurutma yöntemlerinin kullanıldığı örneklerin nem değerleri arasında istatistiki olarak önemli farklar bulunmazken ($p>0.05$), farklı oranlarda kamkat tozu kullanımında keklerin nem değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p<0.05$) meydana gelmiştir (Çizelge 4.24).

Gözükara (2013), %50 oranında balkabağı tozu ikamesinin keklerde nem değerini %41.5’ten 43.2’ye yükselttiğini tespit etmiştir. Bozdoğan (2015), keklerde %0, 4, 8, 12 oranında armut posası tozu ikamesiyle, nem içeriklerinin sırasıyla %27.99, 28.79, 26.17 ve 27.85 şeklinde değiştiği sonucunu elde etmiştir. Ergün (2012) çalışması sonucunda, %0, 5, 10, 20 oranında kivi püresi tozu ikame ettiği keklerde, konveksiyonel olarak pişirilmiş örneklerin nem değerlerini sırasıyla %13.13, 23.28, 17.40, 16.19 olarak, mikrodalgada pişirilmiş örneklerin nem değerlerini ise sırasıyla %7.64, 15.70, 7.03, 6.64 olarak tespit etmiştir. Uçar (2011) tez çalışmasında; %5 ve %10 oranında alıç, muşmula, iğde ve mersin tozu ikamesinin keklerde nem içeriğini artırdığı sonucunu elde etmiştir.

Miguel ve ark. (1999) yaptıkları bir çalışmada, şeftaliden elde edilen diyet lifin keklere ikamesi ile örneklerin nem içeriğinin %16.64’ten %29.01’e yükseldiği tespit edilmiştir. Bu duruma diyet lif ikame edilen örneklerin pişme sırasında daha az su kaybetmesinin neden olduğu ve bu durumun üründe tazeliğin daha uzun süre korunabilmesine imkan verebileceği bildirilmiştir. Qureshi ve ark. (2017), greyfurt albedosu tozu ikamesiyle keklerin nem içeriğinin % 20.57’den % 23.97’ye yükseldiğini bildirmişlerdir. Alloush (2015) çalışmasında, %21.84 nem içeriğine sahip kontrol örneğine karşılık, %10, 20 ve 30 oranlarında, beyaz tatlı patates tozu ikamesiyle nem içeriğinin sırasıyla %23.01, 22.43, 23.54’e ve turuncu tatlı patates tozu ikamesiyle nem içeriğinin sırasıyla %27.11, 27.32, 28.13’e yükseldiği sonucunu elde etmiştir.

Nem içeriklerindeki artış, kamkat tozu ikamesiyle keklerin diyet lif miktarının dolayısıyla su tutma kapasitesinin artmasının muhtemel bir sonucu olabilir (Bozdoğan, 2015; Qureshi ve ark., 2017). Kurutma tekniklerinin keklerin nem değerleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$).

4.3.2.2. Kül analizi sonuçları

Örneklerin kül değerleri %0.97 ile %1.25 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.22). Varyans analizi sonucunda ise kül değerlerinde, kurutma tekniği ve “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksiyonunun etkisi $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunurken, ikame oranının etkisi önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.23).

Kamkat meyvesi kurutma teknikleri ve kamkat tozu ikame oranları açısından, örneklerin kül değerlerinde deskriptif dalgalanmalar olsa da, karşılaştırma testi sonucunda kurutma tekniği veya ikame oranı fark etmeksizin keklerin kül değerleri arasında önemli bir istatistiki fark bulunmamıştır ($p > 0.05$) (Çizelge 4.24).

Bozdoğan (2015) tez çalışmasında, armut posası tozu ikamesi ile kek örneklerinin kül içeriklerindeki değişimleri %0, 4, 8 ve 12 ikame oranlarında sırasıyla % 1.48, 1.45, 1.40 ve 1.47 olarak tespit etmiştir.

Alloush (2015) bir çalışmasında, beyaz ve turuncu tatlı patates unu ikamesiyle kek örneklerinin kül değerlerindeki değişimleri %0, 10, 20 ve 30 ikame oranlarında sırasıyla; %3.65, 3.43, 3.62, 3.52 ve %3.65, 3.89, 3.72, 3.90 şeklinde tespit etmiştir.

Kırbaş ve ark. (2019), %0, 5, 10 ve 15 oranlarında elma posası tozu ikamesiyle kek örneklerinin kül içeriklerinde sırasıyla; %1.13, 1.04, 1.05, 1.09 şeklinde düşüş olduğunu tespit etmişlerdir.

Kamkat tozu ikamesi ile kek örneklerinde, kurutma tekniklerinin ya da ikame oranlarının kül değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı söylenebilir ($p > 0.05$).

4.3.2.3. Ham yağ analizi sonuçları

Kek örnekleri arasında en düşük ham yağ içeriği %19.57 ile konveksiyonel kurutma tekniğinin kullanıldığı %10 kamkat tozu ikameli kekte bulunurken, en yüksek ham yağ değerine %24.14 ile mikrodalga tekniğinin kullanıldığı %30 kamkat tozu ikameli örneklerin sahip olduğu bulunmuştur. Ham yağ içerikleri bu iki değer arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.22).

Varyans analizi sonucunda örneklerin ham yağ içeriklerinde kurutma tekniğinin etkisi $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunurken, ikame oranı ve “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksiyonunun etkisinin önemsiz olduğu ($p > 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.23).

Kamkat kurutma teknikleri arasında keklerin ham yağ içerikleri sırasıyla; mikrodalga, vakumlu, konveksiyonel kurutma şeklinde azalmıştır. Kamkat tozu ikamesi keklerde ham yağ içeriğini genel olarak düşürse de, yağ içeriğinde istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmamıştır ($p > 0.05$) (Çizelge 4.24).

Bozdoğan (2015) tez çalışmasında, kek örneklerinde yağ içeriğinin, kinoa unu ikamesi ile %22.30'dan %19.45'e ve armut posası tozu ikamesiyle %21.04'ten %18.28'e düştüğü sonucunu elde etmiştir. Topkaya (2017), %0, 5, 10 ve 15 oranlarında nar kabuğu tozu ikamesiyle keklerin ham yağ içeriklerinin sırasıyla %27.51, 28.15, 26.99 ve 26.72 şeklinde değiştiğini, yine de ikame oranının yağ içeriği üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını ($p>0.05$) bildirmiştir. Qureshi ve ark. (2017), greyfurt albedosu tozu ikamesiyle keklerin ham yağ içeriğinde kademeli bir düşüş olduğunu (%32.55'den %28.57'ye) tespit etmişlerdir. Miguel ve ark. (1999) şeftali bazlı diyet lif ikamesi ile kek örneklerinin ham yağ içeriklerinin %22.99 ile %22.80 arasında değişim gösterdiğini, fakat ikame oranlarının yağ içeriğinde önemli bir fark oluşturmadığını ($p>0.05$) bildirmişlerdir. Alloush (2015) yaptığı bir çalışması sonucunda, kek örneklerinin yağ içeriklerinin, beyaz ve turuncu tatlı patates unu ikamesiyle düştüğünü tespit etmiştir. Kırbaş ve ark. (2019), kontrol örneğinin yağ içeriğini %24.60 olarak buldukları çalışma sonucunda, keklerin yağ içeriklerinin; elma, havuç ve portakal posası tozu ikamesiyle sırasıyla %22.96, %23.17 ve %23.10'a kadar düştüğünü bildirmişlerdir.

Kamkat tozu ikame oranının keklerin yağ içeriklerinde önemli bir etkisi olmasa da ($p>0.05$), yağ değerlerindeki deskriptif farklılıkların kamkat tozlarının ham yağ içeriklerindeki farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

4.3.2.4. Ham protein analizi sonuçları

Kamkat ikameli kekler arasında, en düşük ve en yüksek protein içeriğine sahip örneklerin, %4.69 ile konveksiyonel kurutmanın kullanıldığı %30 kamkat tozu ikameli kek ve %5.30 ile şahit numune olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.22).

Kurutma tekniği ve "kurutma tekniği x ikame oranı" interaksyonu protein içeriğinde önemsiz faktörler iken ($p>0.05$), kamkat tozu ikame oranlarının protein içeriği üzerinde $p<0.01$ düzeyinde önemli etkisinin olduğu görülmüştür (Çizelge 4.23).

Tukey HSD karşılaştırma testi sonucunda, kurutma teknikleriyle ilişkili olarak; protein değerleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($p>0.05$). Fakat kamkat tozu ikame oranları açısından değerlendirme yapıldığında, protein değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur ($p<0.05$). İkame oranı arttıkça örneklerin protein içeriğinin düştüğü tespit edilmiştir (Çizelge 4.24).

Literatürde; keklerde ham protein içeriğinin, nar kabuğu tozu ikamesiyle %9.81'den %8.23'e düştüğü bildirilmiştir. Armut posası tozu ikamesiyle protein içeriğinin %9.49'dan %8.71'e düştüğü bulunmuştur. %8.68 protein içeriğine sahip kontrol örneğine karşılık, beyaz ve turuncu tatlı patates unu ikamesiyle kek örneklerinin protein içeriklerinin sırasıyla %6.65 ve %4.52'ye düştüğü tespit edilmiştir. Keklerde protein içeriğinin, şeftali bazlı diyet lif ikamesiyle %8.21'den %6.76'ya, greyfurt albedosu tozu ikamesiyle ise %13.19'dan %12.57'ye düştüğü bulunmuştur. Elma, havuç ve portakal posası tozu ikamesiyle ise kek örneklerinin protein içeriklerinin %7.27'den sırasıyla %5.96'ya, %6.30'a ve %5.09'a düştüğü tespit edilmiştir (Miguel ve ark., 1999, Alloush, 2015, Bozdoğan, 2015, Qureshi ve ark., 2017, Topkaya, 2017, Kırbaş ve ark., 2019).

Keklerin protein içeriğinin kamkat tozu ikamesi ile azalmasının sebebi olarak, kamkat tozunun protein içeriğinin buğday ununun protein içeriğinden düşük olması gösterilebilir. Kamkat tozu kurutma yöntemlerinin kek örneklerinin protein içeriği üzerindeki etkileri önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

4.3.2.5. Karbonhidrat sonuçları

%53.12-57.85 arasında değişen karbonhidrat değerleri üzerine; kurutma tekniği, ikame oranı ve “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$) (Çizelge 4.22; Çizelge 4.23).

Kek örneklerinin karbonhidrat değerlerindeki deskriptif farklılıklara rağmen, hem kurutma tekniği hem de ikame oranı açısından karşılaştırma yapıldığında, keklerin karbonhidrat içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmamıştır ($p>0.05$) (Çizelge 4.24).

Literatürde bildirilen çalışmalara göre; kek örneklerinin karbonhidrat içeriklerinin, beyaz ve turuncu tatlı patates tozu, şeftali diyet lifi ve greyfurt albedosu tozu ikamesiyle düştüğü tespit edilmiştir (Miguel ve ark., 1999; Alloush, 2015; Qureshi ve ark., 2017).

Karbonhidrat içerikleri arasındaki deskriptif değişikliklerin örneklerin kül, protein ve yağ içeriklerindeki değişimler sonucu oluştuğu söylenebilir. Hem kurutma tekniğinin hem de ikame oranının keklerin karbonhidrat değerleri üzerinde önemli bir etkisi bulunmamıştır ($p>0.05$).

4.3.2.6. Enerji sonuçları

Konveksiyonel olarak kurutulmuş kamkat tozunun %10 ikame edildiği kek örneği 427.65 kkal/100 g ile en düşük enerji değerine, kamkat tozu ikamesiz şahit kek örneği ise 449.42 kkal/100 g ile en yüksek enerji değerine sahip numuneler olarak bulunmuştur (Çizelge 4.22).

Varyans analizi sonucunda kurutma tekniği ve “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksyonu örneklerin karbonhidrat içeriklerinde önemsiz bulunurken ($p>0.05$), kamkat tozu ikame oranının etkisi $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.23).

Kamkat tozu üretiminde farklı kurutma tekniklerinin kullanımı örneklerin enerji değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli farklar oluşturmamıştır ($p>0.05$). Kamkat tozu ikamesi genel olarak, örneklerin enerji değerlerini şahit numuneye kıyasla düşürmüştür. İkame oranları karşılaştırıldığında; en düşük enerjiye %20 kamkat tozu ikameli (432.30 kkal/100 g) keklerin, en yüksek enerjiye ise %30 kamkat tozu ikameli (440.38 kkal/100 g) örneklerin sahip olduğu bulunmuştur. Şahit numunenin enerji değeri, formülasyonunda farklı oranlarda kamkat tozu ikamesi olan keklerin enerji değerlerinden istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4.24).

Miguel ve ark. (1999) şeftaliden elde edilen diyet lifin kek örneklerine ikamesi üzerine yaptıkları çalışmada, %0, 2, 3, 4, 5 ve 10 oranlarında diyet lif ikamesi ile üretilen keklerin enerji değerlerini sırasıyla; 428.1, 387.2, 386.6, 383.6, 372.0, 378.9 kkal/100 g olarak tespit etmişlerdir.

Alloush (2015) çalışmasında, %0, 10, 20 ve 30 oranlarında beyaz ve turuncu tatlı patates unu ikamesinin kek örneklerinin enerji değerlerini sırasıyla; 404.90, 384.87, 378.89, 375.63 kkal/100 g ve 404.90, 363.40, 337.10, 327.82 kkal/100 g’a düşürdüğü sonucunu elde etmiştir.

Artan ikame oranıyla enerjinin düşmesi ve kamkat tozu ikame edilen keklerin kontrol örneğinden enerji değerleri bakımından farklı bulunması, protein, yağ ve karbonhidrat içeriklerindeki değişimler ve diyet lif oranının artması ile açıklanabilmektedir. Kamkat tozu eldesinde kullanılan kurutma teknikleri, örneklerin enerji değerleri üzerinde önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Kek örneklerine ait toplam fenolik madde miktarı ve fitik asit analiz sonuçları Çizelge 4.25.'te, analizlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.26.'da, Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.27.'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.25. Kek Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit Analizlerinin Sonuçları

Kurutma Tekniği	Oran	TFMM ¹ (µg GAE/g)	Fitik Asit (mg/100 g)
Konveksiyonel	%0	525.64±2.51	88.86±0.30
	%10	918.46±4.01	77.95±0.50
	%20	1037.53±8.83	64.29±1.84
	%30	1264.57±4.43	45.07±0.38
Mikrodalga	%0	525.64±2.51	88.86±0.30
	%10	1024.06±8.40	74.40±0.70
	%20	1131.98±3.50	62.80±0.35
	%30	1249.20±7.19	40.91±0.75
Vakumlu	%0	525.64±2.51	88.86±0.30
	%10	1023.29±1.90	74.65±0.53
	%20	1135.59±3.58	62.72±0.17
	%30	1246.98±1.50	40.70±1.25

¹TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı

Çizelge 4.26. Kek Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit Analizlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları¹

VK	SD	TFMM ²		Fitik Asit	
		KT	F	KT	F
Kurutma Tekniği (A)	2	11406.6	119.75**	28.34	12.03**
İkame Oranı (B)	3	1773247.8	12410.42**	7077.71	2003.14**
AxB	6	16087.1	56.29**	14.81	2.10ns
Hata	12	571.5		14.13	

¹*p<0.05 düzeyinde önemli, **p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz;

²TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı

Çizelge 4.27. Kek Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit Analizlerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları¹

Faktör	n	TFMM ² (µg GAE/g)	Fitik Asit (mg/100 g)
<i>Kurutma Tekniği</i>			
Konveksiyonel	8	936.55±4.95 ^b	69.04±0.75 ^a
Mikrodalga	8	982.72±5.40 ^a	66.74±0.53 ^b
Vakumlu	8	982.87±2.37 ^a	66.73±0.56 ^b
<i>İkame Oranı</i>			
0	6	525.64±2.51 ^d	88.86±0.30 ^a
10	6	988.60±4.77 ^c	75.66±0.58 ^b
20	6	1101.70±5.30 ^b	63.27±0.78 ^c
30	6	1253.58±4.37 ^a	42.22±0.79 ^d

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05);

²TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı

4.3.2.7. Toplam fenolik madde miktarı analizi sonuçları

En düşük fenolik bileşik içeriği 525.64 µg GAE/g ile şahit örnekteyken, en yüksek içerik 1264.57 µg GAE/g ile konveksiyonel kurutmaya elde edilip %30 oranında ikame edilen kamkat tozuyla üretilmiş kek örneğinde bulunmuştur (Çizelge 4.25).

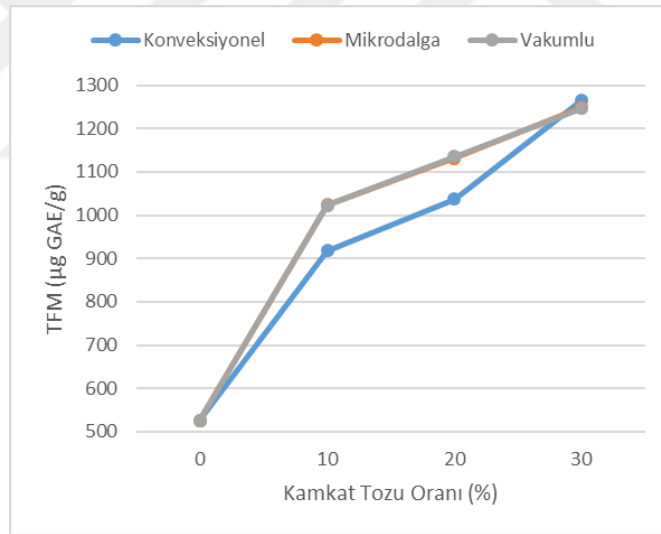
Keklerin toplam fenolik madde miktarı üzerinde; kurutma tekniği, ikame oranı ve “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksyonunun önemli (p<0.01) olduğu bulunmuştur (Çizelge 4. 26).

Tukey HSD karşılaştırma testi sonucunda; mikrodalga ve vakumlu kurutmanın kullanıldığı örneklerin fenolik madde içeriğinin, konveksiyonel kurutma kullanılan örneklerden yüksek olduğu görülmüştür. Konveksiyonel kurutmanın kullanıldığı örnekler ile diğer kurutma tekniklerindeki örnekler arasında istatistiksel olarak da önemli farklılıklar vardır (p<0.05). Kamkat tozu ikame oranı arttıkça kek örneklerinin toplam fenolik madde miktarında, hem deskriptif olarak büyük bir artış, hem istatistiki olarak önemli bir fark meydana gelmiştir (p<0.05) (Çizelge 4.27).

Topkaya (2017) muffin keklerle nar kabuğu ikamesi üzerine yaptığı tez çalışmasının sonucunda; %0, 5, 10 ve 15 ikame oranlarına sahip örneklerde toplam fenolik madde miktarını sırasıyla 111.19, 342.1, 542.88 ve 777.06 mg GAE /100 g olarak tespit etmiştir. Nar kabuğu tozu ikamesiyle keklerin fenolik madde içeriğinin büyük oranda artmasını ise nar kabuğunun fenolik bileşiklerce oldukça zengin olması ile açıklamıştır.

Uçar (2011) çalışmasında, 261.6 mg GAE /100 g km fenolik bileşik içeriğine sahip kontrol örneğine karşılık, %10 oranında alıç, muşmula, ığde ve mersin tozu ikamesiyle keklerin fenolik bileşik içeriğinin sırasıyla; 1603.7, 1678.9, 928.5 ve 1259.1 mg GAE /100 g km'ye yükseldiği sonucunu elde etmiştir.

Kamkat tozunun fenolik madde içeriğinin buğday ununa kıyasla çok yüksek olması dolayısıyla, keklerde toplam fenolik madde miktarını artırması beklenen bir sonuçtur. Konveksiyonel kurutma tekniğinin kullanıldığı örneklerdeki fenolik madde miktarının diğer iki tekniğin kullanıldığı örneklere kıyasla düşük olmasının muhtemel sebebi olarak, konveksiyonel kurutmayla elde edilen kamkat tozunun fenolik madde miktarının diğer tekniklerle elde edilen tozlara kıyasla düşük olması gösterilebilir (Çizelge 4.2). Bu durumun nedeni olarak ise; vakumlu ve mikrodalga kurutma tekniklerinin aksine, konveksiyonel kurutma prosesi sırasında sıcaklık etkisiyle fenolik bileşiklerin yapısının zarar görmesi gösterilebilir (Sellami ve ark., 2013; Karaman ve ark., 2014; Michalska ve ark., 2016; İnanoğlu, 2017; Tontul ve Topuz, 2017).



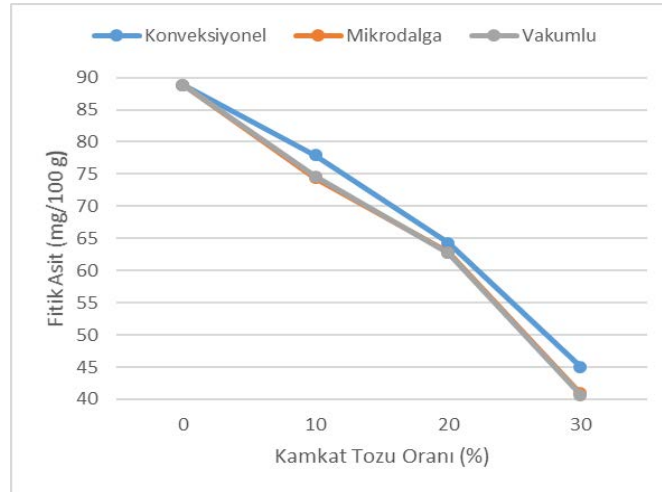
Şekil 4.3. Kek Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı Üzerinde Etkili “Kurutma Tekniği x İkame Oranı” İnteraksiyonu

4.3.2.8. Fitik asit analizi sonuçları

Fitik asit miktarları örneklerde 40.70 mg/100 g ve 88.86 mg/100 g değerleri arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.25). Varyans analizi sonucunda fitik asit içeriği üzerinde kurutma tekniği ve ikame oranının $p < 0.01$ düzeyinde önem arz ettiği, “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksiyonunun ise önemsiz olduğu görülmüştür ($p > 0.05$) (Çizelge 4.26).

Kamkat tozu eldesindeki kurutma teknikleri arasında karşılaştırma yapıldığında; en yüksek fitik asit miktarına konveksiyonel kurutmanın kullanıldığı örneklerin (69.04 mg/100 g) sahip olduğu ve diğer tekniklerle arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunduğu ($p<0.05$), mikrodalga ve vakumlu kurutmadaki değerler arasındaki farkın ise hem deskriptif hem istatistiki olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$). Kamkat ikame oranları karşılaştırıldığında ise; en yüksek fitik asit içeriği şahit numunede (88.86 mg/100 g) bulunmuş ve ikame oranı arttıkça fitik asit miktarlarında deskriptif olarak büyük oranda düşüş, istatistiki olarak da önemli farklar olduğu görülmüştür ($p<0.05$) (Çizelge 4.27).

Kamkat tozu ikame oranı arttıkça fitik asit miktarının düşmesi, kamkat tozlarının fitik asit içeriklerinin buğday ununa göre çok düşük olması nedeniyle beklenen bir sonuçtur. Bu durum, meyve ve sebzelerin fitik asit içeriklerinin tahıllardan düşük olması, kek formülasyonunda kamkat tozunun buğday unu ile yer değiştirmesi sonucu fitik asit miktarının düşmesi ile açıklanabilir (Kırbaş ve ark., 2019). Ayrıca otoklavlama, mikrodalga, ekstrüzyon, ısıtma işlemi vb. proseslerin fitik asit miktarında düşüşe neden olduğu bilgisinden yola çıkılarak, meyve tozu üretiminde kamkata uygulanan işlemlerin muhtemelen kamkat tozlarında ve ürünlerde fitik asit miktarını düşürdüğü yorumu yapılabilir (Alonso ve ark., 1998; Mohamed ve ark., 2011).



Şekil 4.4. Kek Örneklerinin Fitik Asit Miktarı Üzerinde Etkili “Kurutma Tekniği x İkame Oranı” İnteraksiyonu

4.3.3. Kek örneklerinde gerçekleştirilen analizlerin sonuçları

Kek örneklerinde yapılan hacim, simetri indeksi, örnek ağırlıkları ve hamur pH'sı ölçümlerinin sonuçları Çizelge 4.28.'de, bu ölçümlerin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.29.'da, Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.30.'da özetlenmiştir.

Keklerin hacim indeksleri 161.25 ile 127.25 mm arasında ve simetri indeksleri 20.25 ile 5.00 mm arasında değişmektedir (Çizelge 4.28). Varyans analizi sonucunda hem hacim hem simetri indeksi üzerine kurutma tekniği ve “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunurken ($p>0.05$), ikame oranının etkisi $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.29).

Hem hacim hem simetri indeksi sonuçlarında, kamkat tozu kurutma teknikleriyle ilişkili olarak, örnekler arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Kamkat tozu ikamesi arttıkça keklerin hem hacim hem simetri indeksleri düşüş göstermiştir (Çizelge 4.30).

Keklerin ağırlıkları deskriptif olarak birbirinden çok farklı olmamakla birlikte, ağırlık değerleri 113.11 g ve 114.76 g arasında değişmiştir (Çizelge 4.28). Örneklerin ağırlıkları üzerinde kurutma tekniği ve “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksiyonunun etkisi önemsiz ($p>0.05$), ikame oranının etkisi $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.29).

Keklerin ağırlığı üzerinde, formülasyonda kullanılan kamkat tozu eldesindeki kurutma tekniklerinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Fakat kamkat tozu ikame oranıyla ilişkili olarak örneklerde karşılaştırma yapıldığında, ağırlığı en düşük kekler şahit numunelerde bulunurken, genel olarak kamkat tozu ikamesiyle örnek ağırlığının arttığı görülmüştür (Çizelge 4.30).

En düşük hamur pH'sı mikrodalga kurutma yöntemi ve %30 ikame oranıyla üretilmiş örnekte 4.45 olarak bulunurken, en yüksek hamur pH'sı şahit numunede 6.84 olarak bulunmuştur. Kek hamurlarının pH değerleri bu iki değer arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.28). Varyans analizi sonucunda; kurutma tekniği, ikame oranı ve “kurutma tekniği x ikame oranı” interaksiyonunun kek hamurlarının pH değerleri için $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.28. Kek Örneklerinde Gerçekleştirilen Analizlerin Sonuçları

Kurutma Tekniği	Oran	Hacim İndeksi (mm)	Simetri İndeksi (mm)	Keklerin Ağırlığı (g)	Hamur pH'sı
Konveksiyonel	%0	161.25±1.75	20.25±6.25	113.11±0.08	6.84±0.01
	%10	148.25±0.75	16.75±2.25	114.30±0.08	5.63±0.01
	%20	140.50±3.50	14.00±1.00	114.09±0.09	4.99±0.02
	%30	127.25±11.25	6.25±2.25	114.10±0.03	4.47±0.01
Mikrodalga	%0	161.25±1.75	20.25±6.25	113.11±0.08	6.84±0.01
	%10	160.00±1.00	17.75±1.25	114.26±0.57	5.59±0.01
	%20	141.25±8.25	16.25±5.25	114.76±0.01	4.87±0.01
	%30	129.50±7.00	6.25±1.25	114.47±0.12	4.45±0.01
Vakumlu	%0	161.25±1.75	20.25±6.25	113.11±0.08	6.84±0.01
	%10	157.00±3.00	14.75±0.75	114.11±0.34	5.68±0.01
	%20	139.00±8.50	11.75±4.25	114.29±0.58	4.89±0.01
	%30	131.50±3.00	5.00±1.50	114.36±0.02	4.55±0.01

Çizelge 4.29. Kek Örneklerinde Gerçekleştirilen Analizlere Ait Varyans Analizi Sonuçları¹

VK	SD	HI ²		SI ³		Ağırlık		pH	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kurutma Tekniği (A)	2	60.06	0.50ns	19.56	0.33ns	0.27	1.00ns	0.01	86.00**
İkame Oranı (B)	3	3732.83	20.92**	669.21	7.44**	6.51	16.01**	19.07	84743.48**
AxB	6	112.35	0.31ns	12.10	0.07ns	0.40	0.49ns	0.02	51.92**
Hata	12	713.75		359.75		1.63		0.01	

¹*p<0.05 düzeyinde önemli, **p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz; ²HI: Hacim İndeksi, ³SI: Simetri İndeksi

Çizelge 4.30. Kek Örneklerinde Gerçekleştirilen Analizlere Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları¹

Faktör	n	HI ² (mm)	SI ³ (mm)	Ağırlık (g)	pH
Kurutma Tekniği					
Konveksiyonel	8	144.31±4.31 ^a	14.31±2.94 ^a	113.90±0.07 ^a	5.48±0.01 ^a
Mikrodalga	8	148.00±4.50 ^a	15.12±3.50 ^a	114.15±0.19 ^a	5.44±0.01 ^b
Vakumlu	8	147.19±4.06 ^a	12.94±3.19 ^a	113.96±0.25 ^a	5.49±0.01 ^a
İkame Oranı					
0	6	161.25±1.75 ^a	20.25±6.25 ^a	113.10±0.08 ^b	6.84±0.01 ^a
10	6	155.08±1.58 ^a	16.42±1.42 ^a	114.22±0.33 ^a	5.63±0.01 ^b
20	6	140.25±6.75 ^b	14.00±3.50 ^{ab}	114.38±0.22 ^a	4.91±0.01 ^c
30	6	129.42±7.08 ^b	5.83±1.67 ^b	114.31±0.06 ^a	4.49±0.01 ^d

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05);

²HI: Hacim İndeksi, ³SI: Simetri İndeksi

Tukey HSD karşılaştırma testinde, farklı kamkat kurutma teknikleriyle üretilen örneklerin pH değerlerinin sırasıyla; vakumlu, konveksiyonel, mikrodalga kurutma şeklinde azaldığı görülmüştür. Kurutma teknikleri arasında mikrodalga tekniğinin kullanıldığı örnekler, pH değerleri bakımından diğer örneklerden istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı bulunmuştur (p<0.05). Kamkat tozu ikame oranlarında ise, artan kamkat tozu oranlarıyla pH değerlerinin düştüğü, her bir farklı ikame oranına sahip örneğin ise diğer örneklerden istatistiksel olarak önemli derecede farklı olduğu bulunmuştur (p<0.05) (Çizelge 4.30).

Topkaya (2017) tez çalışmasının sonucunda, %0, 5, 10 ve 15 oranlarında nar kabuğu tozu ikamesi ile keklerde sırasıyla; hacim indeksinin, 132.08, 133.83, 123.42 ve 124.50 mm şeklinde, simetri indeksinin ise 8.67, 7.17, 10.58 ve 9.25 mm şeklinde değiştiğini bildirmiştir. Hacim indeksinin düşmesinin nedeni olarak; nar kabuğu tozu ikamesiyle kek hamurunda, oluşan hava kabarcıklarını tutan yapının zayıflamasını göstermiştir.

Ergün (2012) ise kivi püresi tozunun keklere ikamesi üzerine yaptığı çalışmada, konveksiyonel ve mikrodalga pişirme tekniklerinin kullanıldığı örneklerin hacim indekslerinin sırasıyla, 118.26 mm'den 102.17 mm ve 88.35 mm'ye, simetri indekslerinin ise yine sırasıyla 4.76 mm'den 4.15 mm ve 2.58 mm'ye düştüğü sonucuna varmıştır.

Kamkat tozu ikamesiyle üretilen keklerde, kurutma tekniklerinin hem hacim indeksleri hem de simetri indeksleri üzerinde önemli bir etkisi bulunmamıştır ($p>0.05$).

Kek üzerine yapılmış önceki çalışmalarda; armut püresi ve vişne, nar, kabak, kayısı çekirdeği tozu ikamesiyle üründe pH'nın düştüğü bildirilmiştir. pH'daki düşüşün, ikame edilen materyallerin pH'larının düşük olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Bozdoğan, 2015; Tuna, 2015).

Muhtemelen kamkat tozunun pH'sının buğday unundan düşük olmasından ötürü, ikame edildiği keklerde pH'nın düşmesine neden olduğu söylenebilir. Ergün (2012) ise çalışmasında kurutma prosesinin gıda bileşenlerindeki asitlerde kayba neden olmasına, dolayısıyla kuru ürünlerin pH'sında artışa neden olduğunu bildirmiştir. Bu bilgi, mikrodalga tekniğinin kullanıldığı örneklerin pH'sının diğer yöntemlerden daha düşük olması sonucunu destekler niteliktedir.

Alloush (2015) yaptığı bir çalışmada, kek örneklerinin ağırlıklarının %0, 10, 20 ve 30 oranlarında beyaz tatlı patates unu ikamesiyle sırasıyla, 71.09, 76.08, 62.21 ve 55.21 g şeklinde, turuncu tatlı patates unu ikamesiyle ise sırasıyla, 71.09, 78.10, 63.32 ve 74.14 g şeklinde arttığı sonucuna ulaşmıştır. Kamkat tozu ikameli kek örneklerinin ağırlığındaki artışın muhtemel sebebi, kamkat tozu ikamesiyle kekte artan diyet lif miktarına atfedilebilir. Diyet lif miktarı arttıkça keklerde su tutma kapasitesinin, dolayısıyla kek ağırlıklarının arttığı söylenebilir. Kurutma tekniklerinin kek ağırlıkları üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

4.3.4. Kek örneklerinin duyusal analiz sonuçları

Kamkat tozu ikameli keklerde 1 (kötü) ve 5 (oldukça iyi) puan arasında yapılan değerlendirmede, tüm örneklerin duyusal parametrelerdeki ortalama puanları; renk kriterinde 3.54, koku kriterinde 3.91, tat kriterinde 3.61, görünüş kriterinde 3.59, gözenek yapısı kriterinde 3.69, çiğnenebilirlik kriterinde 4.04 ve genel beğenide 3.80 olarak bulunmuştur. Kek örneklerinin duyusal analiz sonuçları Çizelge 4.31.'de özetlenmiştir.

Kekler arasında;

- En iyi renk değeri, 4.57 puan ile vakumlu kurutmayla elde edilen kamkat tozunun %10 oranında ikame edildiği,
- En iyi koku değeri, 4.45 puan ile konveksiyonel kurutmayla elde edilen kamkat tozunun %10 oranında ikame edildiği,

- En iyi tat değeri, 4.18 puan ile vakumlu kurutmayla elde edilen kamkat tozunun %10 oranında ikame edildiği,
- En iyi görünüş değeri, 4.34 puan ile konveksiyonel kurutmayla elde edilen kamkat tozunun %10 oranında ikame edildiği,
- En iyi gözenek yapısı değeri, 4.32 puan ile konveksiyonel kurutmayla elde edilen kamkat tozunun %10 oranında ikame edildiği,
- En yüksek çiğnenebilirlik değeri, 4.64 puan ile konveksiyonel kurutmayla elde edilen kamkat tozunun %10 oranında ikame edildiği,
- En yüksek genel beğeni ise 4.45 puan ile konveksiyonel kurutmayla elde edilen kamkat tozunun %10 oranında ikame edildiği örneklerde bulunmuştur.

Bütün örnekler genel olarak değerlendirildiğinde; en çok beğeni gören kek örneği, konveksiyonel kurutmayla elde edilmiş kamkat tozunun %10 oranında ikame edildiği kekler olurken, en az beğeni gören örnek, vakumlu kurutmayla elde edilen kamkat tozunun %30 oranında ikame edildiği kekler olmuştur. Genel olarak ise; %10 ikame oranıyla üretilen örnekler yüksek beğeni elde ederken, %30 ikame oranıyla üretilenlerin en düşük beğenilere sahip olduğu tespit edilmiş, buna karşın tüm keklerin duyusal olarak “iyi” olarak değerlendirildiği sonucu elde edilmiştir.

Çizelge 4.31. Kek Örneklerine Ait Duyusal Analiz Sonuçları

Kurutma Tekniği	İkame Oranı	Ortalama Renk	Ortalama Koku	Ortalama Tat	Ortalama Görünüş	Ortalama Gözenek Yapısı	Ortalama Çiğnenebilirlik	Ortalama Genel Beğeni
Konveksiyonel	%0	3.82	4.09	3.82	4.17	4.06	4.18	4.00
	%10	4.19	4.45	4.00	4.34	4.32	4.64	4.45
	%20	3.59	4.09	3.98	3.55	3.84	4.07	4.16
	%30	2.96	3.73	2.66	3.15	3.22	3.54	3.27
Mikrodalga	%0	3.82	4.09	3.82	4.17	4.06	4.18	4.00
	%10	3.93	4.00	4.09	3.71	3.78	4.09	4.09
	%20	3.06	3.82	3.73	3.36	3.71	4.00	3.55
	%30	3.15	3.64	3.05	3.05	3.39	3.80	3.41
Vakumlu	%0	3.82	4.09	3.82	4.17	4.06	4.18	4.00
	%10	4.57	4.09	4.18	4.25	3.95	4.36	4.36
	%20	3.04	3.64	3.54	3.45	3.65	3.80	3.64
	%30	3.06	3.55	3.00	2.86	2.94	3.89	3.09

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada kullanılan kamkat meyveleri üç farklı yöntemle kurutulup öğütülmüş, bisküvi ve kek formülasyonlarına %0, 10, 20 ve 30 oranlarında ikame edilmiştir. Üretilen bisküvi ve keklerde ise fiziksel, kimyasal, besinsel ve duyusal analizler yapılmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Kamkat tozu ikamesiyle; bisküvi ve kek örnekleri koyulaşmıştır. Bisküvilerin a^* ve b^* değerleri artmıştır. Keklerin iç dokularında a^* ve b^* değerleri artarken, kabuk dokularının a^* ve b^* değerleri düşmüştür. Bu düşüşe, kamkat tozu katkısı ile Maillard reaksiyonunun artması ve kabukta oluşan esmer rengin sarı ve kırmızılığı maskeleyişinin sebep olabileceği düşünülmüştür. Koyuluğun artması ürünlerde istenmeyen bir durum olsa da, kamkat tozunun kendine has rengi ile sarılık ve kırmızılığın da artması ürünlerin albenisini artırmıştır. En iyi renk değerleri mikrodalga yönteminin kullanıldığı ürünlerden elde edilmiştir.

Kamkat tozu ikamesiyle bisküvilerin sertlik ve kırılgenliği azalmış, keklerin ise sertliği artarken, esnekliği azalmıştır. Bu değişimlerin sebebi, nem ve diyet lif içeriğinin artmasına atfedilmiştir. Bisküvi tekstüründe en olumsuz etkiye sahip kurutma tekniği mikrodalga iken, kek örneklerinde ise sertlik parametresinde konveksiyonel kurutma, esneklik parametresinde ise vakumlu kurutma olarak bulunmuştur.

Kamkat tozu ikamesiyle örneklerde deskriptif olarak nem ve karbonhidrat içeriği artmış, kül, yağ ve protein içeriği azalmış, enerji değerleri düşmüştür. Nem değerleri artarken enerjinin düşmesi, kamkat tozu ikamesiyle örneklerin diyet lif miktarındaki artışa atfedilmiştir. Kek örneklerindeki yağ değerleri haricinde, kurutma yöntemlerinin kimyasal kompozisyonunda önemli bir etkisi bulunmamıştır ($p>0.05$).

Kamkat tozu ikamesi örneklerin fenolik bileşik içeriğinde yüksek miktarda artışa neden olurken, fitik asit içeriğini büyük oranda düşürmüştür. Elde edilen bulgular doğrultusunda; mineral emilimi fazla, antioksidan kapasitesi yüksek fonksiyonel ürünler elde edildiği söylenebilmektedir. Uzun süreli sıcaklık uygulaması fenolik bileşiklere zarar verdiğinden, konveksiyonel kurutmayla elde edilen kamkat tozlarının kullanıldığı örneklerde toplam fenolik madde miktarı az bulunmuştur.

Kamkat tozunun, bisküvilerin pişme sırasında daha çok yayılmasına, daha ince ve geniş yüzey alanlı ürünler elde edilmesine sebep olduğu görülmüştür. Fiziksel özellikleri bakımından en iyi ürünler mikrodalga kurutma tekniğinin kullanıldığı ürünlerde elde edilmiştir. Kamkat tozu ikamesi, bisküvilerin fiziksel özelliklerini geliştirmiştir. Keklerde ise hacmin düşmesine ve fiziksel deformasyona neden olmuştur. Ayrıca nem oranını artırdığı için, keklerin ağırlığı da artmış, pH'larının düşmesine neden olmuştur. En düşük pH değeri mikrodalga kurutma tekniğinin kullanıldığı örneklerde elde edilmiştir.

Duyusal olarak en çok beğeni gören bisküvinin, vakumlu kurutmayla elde edilmiş kamkat tozunun %10 oranında ikame edildiği örnekler olduğu, en iyi keklerin ise konveksiyonel kurutmayla elde edilmiş kamkat tozunun %10 oranında ikame edildiği örnekler olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak ise kamkat tozu ikameli bütün örneklerin beğenileri yüksek, tüm son ürünler kabul edilebilir nitelikte bulunmuştur.

5.2. Öneriler

Beslenme alışkanlıklarının değişmesiyle hazır gıdalara olan talep günden güne artmaktadır. Kek ve bisküvi hem ara öğünlerde hem de atıştırmalık olarak çokça tercih edilen gıdalardır. Bu bağlamda bu ürünlerin besin değerinin artırılması ve fonksiyonel özellik kazandırılarak tüketiminin daha yararlı hale getirilmesi mümkündür. Kamkat meyvesi sadece kek ve bisküvinin zenginleştirilmesinde değil, diğer gıdaların da besinsel niteliğinin geliştirilmesinde önemli potansiyele sahip bir meyvedir. Kamkatın hem taze hem de kurutulmuş olarak fonksiyonel gıdaların üretiminde kullanılması, yeni çalışmalar için önerilebilmektedir. Ayrıca gıdalarda duyusal özellikleri geliştiren, doğal bir aroma maddesi olarak kullanımı da önerilmektedir. Gıdalarda kullanılabilecek meyve tozu üretiminde geleneksel yöntemlere kıyasla daha efektif yöntemler seçilmesi, meyve tozunun faydalarını ve işlevselliğini artırması açısından, mikrodalga ve vakumlu kurutma tekniklerinin iyi birer alternatif olduğu, bu nedenle endüstriyel üretimlerde de bu tekniklerin kullanımlarının uygun olacağı önerilmektedir.

KAYNAKLAR

AACC, 1990, American Association of Cereal Chemists, U.S.A.

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, 1-13.

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.

Aksoylu, Z., 2012, Bisküvinin fonksiyonel özellik taşıyan bazı bitkisel ürünlerce zenginleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Manisa, 1-7.

Aktaş, E., 2011, Zenginleştirilmiş unlardan farklı koşullarda üretilen bisküvilerin bazı b vitamini içeriklerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-14.

Alibaş, İ., 2015, İnce tabaka mango dilimlerinin mikrodalga tekniği ile kurutulması, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30, 99-109.

Alifakı, Y. Ö., 2013, Nohut unu ilavesinin kekin dielektrik özellikleri ve kalite parametreleri üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-34.

Alloush, S. A., 2015, Chemical, physical and sensory properties of sweet potato cake, *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 93 (1), 101-115.

Alonso, R., Orue, E. and Marzo, F., 1998, Effects of extrusion and conventional processing methods on protein and antinutritional factor contents in pea seeds, *Food Chemistry*, 63 (4), 505-512.

Alp, H., 2006, Yağsız süt tozu ve soya ürünleri ile zenginleştirilmiş kek özelliklerine transglutaminaz enziminin etkisi üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 19-22.

Alwazeer, D., 2018, Kuru gıdaların rengini muhafaza etmeye yönelik yeni bir teknik: indirgen atmosferik kurutma, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8 (4), 125-131.

Ayo, J.A, Ayo V.A and Igweaka, C.C., 2018, Phytochemical, physicochemical and sensory quality of acha-orange peel flour blend biscuits, *Publication of Nasarawa State University, Keffi*, 14 (1), 81-90.

Anonim, 2011, Kumquats and kumquat hybrids *Citrus japonica* Thunb. (formerly *Fortunella Swingle*), <http://citruspages.free.fr/kumquats.html#nagami> [Erişim Tarihi: 27.10.2017].

- Arda, S. O., 2017, Mikrodalga ve güneş enerjisi kombinasyonlu kurutucu kullanılarak kurutma davranışının deneysel olarak incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ, 1-6.
- Aruoma, O.I., Coles, L.S., Landes, B. and Repine J.E., 2012, Functional benefits of ergothioneine and fruit- and vegetable-derived nutraceuticals: Overview of the supplemental issue contents, *Preventive Medicine*, 54, 4–8.
- Aydın, N., 2012, Keçiboynuzu unu ilavesinin bisküvinin bazı kalite kriterlerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, 1-16.
- Aydın, E., 2014, Balkabağı (*Cucurbita moschata*) unu katkısının bisküvinin antioksidan aktivite ve besinsel kalitesine etkileri, Doktora Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, 13-21.
- Barreca, D., Bellocco, E., Caristi, C., Leuzzi, U. and Gattuso, G., 2011, Kumquat (*Fortunella japonica* Swingle) juice: Flavonoid distribution and antioxidant properties, *Food Research International*, 44, 2190–2197.
- Beaudry, C., Raghavan, G. S. V., Ratti, C. and Rennie, T. J., 2004, Effect of four drying methods on the quality of osmotically dehydrated cranberries, *Drying Technology*, 22 (3), 521–539.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J.E. and Sapirstein, H.D., 2005, Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions, *Cereal Chemistry*, 82 (4), 390-393.
- Bozdoğan, N., 2015, Glutensiz kek formülasyonlarında hidrokolloid ve diyet lifi kullanımının hamur reolojisi ve kek kalitesi üzerine olan etkilerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 1-9.
- Bridges, M. A. and Mattice, M.R., 1939, Over two thousand estimations of the pH of representative foods, *American Journal Of Digestive Diseases*, 6 (7), 440-449.
- Bugad, M. N., Shukla, R. N. and Mishra, A. A., 2015, Development and quality evaluation of orange peel powder fortified biscuits.
- Burdurlu, H.S. ve Karadeniz F., 2003, Gıdalarda diyet lifin önemi, *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 15, 18-25.
- Can, F., 2015, Portakal kabuğu tozunun bisküvi hamuru ve bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Malatya, 1-6.
- Ceylan, İ., Aktaş, M. ve Doğan, H., 2006, Güneş enerjili kurutma fırınında elma kurutulması, *Politeknik Dergisi*, 9 (4), 289-294.

- Chang, S.C., Lee, M.S., Lin, C.J. and Chen M.L., 1998, Dietary fiber content and composition of fruits in Taiwan, *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 7 (3/4), 206-10.
- Choi, H.S., 2005, Characteristic odor components of kumquat (*Fortunella japonica* Swingle) peel oil, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (5), 1642–1647.
- Crizel, T.M., Jablonski, A., Rios, A.O., Rech, R. and Flores, S.H., 2013, Dietary fiber from orange byproducts as a potential fat replacer, *LWT - Food Science and Technology*, 53 (1), 9-14.
- Çınar, A. T., 2018, Kızılötesi-mikrodalga kombinasyonlu fırında pişirilmek üzere hazırlanan yer bademi unu içeren glutensiz bisküvi hamurlarının reolojik özellikleri ve bisküvilerin kalite özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 8-26.
- Dadalı, G., 2007, Bamya ve ıspanağın mikrodalga tekniği kullanılarak kurutulması, doku ve renk özelliklerinin incelenmesi ve modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-20.
- Demiray, E., 2015, Havuç ve kırmızıbiberin farklı kurutma yöntemleri ile kurutulması, kuruma karakteristiklerinin ve bazı kalite özelliklerindeki değişimin modellenmesi, Doktora Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, 1-20.
- Demirel, H., 2017, Farklı turuncgillerden elde edilen albedoların bisküvi üretiminde kullanım imkanları, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 1-5.
- Deng, L. Z., Yang, X. H., Mujumdar, A. S., Zhao, J. H., Wang, D., Zhang, Q., Wang, J., Gao, Z. J. and Xiao, H. W., 2018, Red pepper (*Capsicum annuum* L.) drying: Effects of different drying methods on drying kinetics, physicochemical properties, antioxidant capacity, and microstructure, *Drying Technology*, 36 (8), 893–907.
- Dewi, R. S., Huda, N. and Ahmad, R., 2011, Changes in the physicochemical properties, microstructure and sensory characteristics of shark dendeng using different drying methods, *American Journal of Food Technology*, 6 (2), 149-157.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. 1987, Araştırma ve deneme metotları, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No:295, Ankara.
- Elabd, E.A.E.M., 2007, Phytochemical and biological studies on *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle (Kumquat) (Rutaceae) growing in Egypt, Yüksek Lisans Tezi, *Pharmacognosy Department National Research Centre*, Egypt.
- Er, T., 2011, Kırmızı pancarın bazı fiziksel ve fitokimyasal özellikleri üzerine farklı kurutma sıcaklıklarının etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 1-18.

- Erbay, B. ve Küçüköner, E., 2008, Gıda endüstrisinde kullanılan farklı kurutma sistemleri, *Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs 2008*, Erzurum, 1045-1048.
- Ergün, K., 2012, Dondurularak kurutulmuş kivi püresi tozu kullanılarak hazırlanan keklerde pişirme yöntemi ve formülasyonun kalite kriterlerine etkisinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 7-28.
- Fitsiou, E., Mitropoulou, G., Spyridopoulou, K., Tiptiri-Kourpeti, A., Vamvakias, M., Bardouki, H., Panayiotidis, M.I., Galanis, A., Kourkoutas, Y., Chlichlia, K. and Pappa, A., 2016, Phytochemical profile and evaluation of the biological activities of essential oils derived from the Greek aromatic plant species *Ocimum basilicum*, *Mentha spicata*, *Pimpinella anisum* and *Fortunella margarita*, *Molecules*, 21, 1069.
- Francis, F. J., 1998, Food analysis, colour analysis, ed: Nielsen S. S., *An Aspen Publishers, Maryland, Gaithersburg, USA*, 599-612.
- Gamez-Meza, N., Noriega-Rodriguez, J.A., Medina-Juarez, L.A., Ortega Garcia, J., Cazarez-Casanova, R. and Angulo-Guerrero, O., 1999, Antioxidant activity in soybean oil of extracts from thompson grape bagasse, *Journal of the American Oil Chemists Society (JAOCS)*, 76, 1445-1447.
- Gao, L., Wang, S., Oomah, B.D. and Mazza, G., 2002, Wheat quality: Antioxidant activity of wheat millstreams, in: Wheat quality Elucidation, eds. P. Ng and C. W. Wrigley, *AACC International*, St. Paul. MN., 219-233.
- Genovese, S., Fiorito, S., Locatelli, M., Carlucci, G. and Epifano, F., 2014, Analysis of biologically active oxyprenylated ferulic acid derivatives in citrus fruits, *Plant Foods for Human Nutrition*, 69, 255–260.
- Giritlioğlu, E., 2017, Kinoa (*Chenopodium quinoa willd.*) ve şeker otu (*Stevia rebaudiana bertonii*) kullanılarak yeni bisküvi ve kek formülleri geliştirme üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Osmaniye, 9-13.
- Gözükara, İ. Ö., 2013, Balkabağı tozunun fizikokimyasal ve sorpsiyon özellikleri üzerine kurutma metotlarının etkisi ve balkabağı tozunun kek üretiminde kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-18.
- Gümüşay, Ö. A., Borazan, A. A., Ercal, N. and Demirkol, O., 2015, Drying effects on the antioxidant properties of tomatoes and ginger, *Food Chemistry*, 173, 156–162.
- Güney, M., Öz, A.T. and Kafkas, E., 2015, Comparison of lipids, fatty acids and volatile compounds of various kumquat species using HS/GC/MS/FID techniques, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95 (6), 1268-1273.

- Gürlek, G., Akdemir, Ö. ve Güngör, A., 2015, Gıda kurutulmasında ısı pompalı kurutucuların kullanımı ve elma kurutmada uygulanması, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21 (9), 398-403.
- Haug, W. and Lantzsch, H.J., 1983, Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal product, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34, 1423-1426.
- İnanoğlu, S., 2017, Mikrodalga-vakum kurutma yönteminin adaçayının kalite özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Mersin, 43-56.
- İnkaya, A. N., 2008, Bisküvi üretiminde kestane kullanım olanaklarının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, 4-11.
- Jarvis, B.J., 2017, Get acquainted with kumquat, *Pasco County Cooperative Extension*, Florida.
- Kara, T., 2008, Muzun farklı kurutma şartlarındaki kuruma karakteristiklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 1-10.
- Karaağaoğlu, N., Karabudak, E., Yavuz, S., Yüksek, O., Dinçer, D., Tosunbayraktar, G. ve Eren, H. F., 2008, Çeşitli ekmeklerin protein, yağ, nem, kül, karbonhidrat ve enerji değerleri, *Gıda*, 33 (1), 19-25.
- Karaman, S., Toker, Ö. S., Çam, M., Hayta, M., Doğan, M. and Kayacier, A., 2014, Bioactive and physicochemical properties of persimmon as affected by drying methods, *Drying Technology*, 32, 258–267.
- Karataş, N., 2014, Farklı kurutma yöntemlerinin bazı kayısı çeşitlerinin kimyasal ve fiziksel özelliklerine etkisi, Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum, 1-23.
- Kırbaş, Z., Kumcuoğlu, S. and Tavman, Ş., 2019, Effects of apple, orange and carrot pomace powders on glutenfree batter rheology and cake properties, *Journal of Food Science and Technology*, 56 (2), 914–926.
- Kohajdová, Z., Karovičová, J., Jurasová, M. and Kukurová, K., 2011, Application of citrus dietary fibre preparations in biscuit production, *Journal of Food and Nutrition Research*, 50 (3), 182–190.
- Kohajdová, Z., Karovičová J. and Jurasová, M., 2013, Influence of grapefruit dietary fibre rich powder on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality, *Acta Alimentaria*, 42 (1), 91–101.
- Köklü, G., 2007, Pandispanya yapımında bazı yüzey aktif maddelerin kek nitelikleri üzerindeki etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 1-12.

- Kutlu, N., İşçi, A. ve Şakıyan Demirkol, Ö., 2015, Gıdalarda ince tabaka kurutma modelleri, *Gıda*, 40 (1), 39-46.
- Kwag, J.J., Kim, D.Y. and Lee, K.H., 1992, Volatile components of kumquat (*Fortunella margarita*), *Korean Jurnal of Food Science and Technology*, 24 (5), 423-427.
- Liu, Y., Liu, Y., Liu, Y., Liu, H. and Shang, Y., 2018, Evaluating effects of ellagic acid on the quality of kumquat fruits during storage, *Scientia Horticulturae*, 227, 244–254.
- Lou, S.N., Lai, Y.C., Huang, J.D., Ho, C.T., Ferng, L.H.A. and Chang, Y.C., 2015, Drying effect on flavonoid composition and antioxidant activity of immature kumquat, *Food Chemistry*, 171, 356–363.
- Lou, S.N., Lai, Y.C., Hsu, Y.S. and Ho C.T., 2016, Phenolic content, antioxidant activity and effective compounds of kumquat extracted by different solvents, *Food Chemistry*, 197, 1–6.
- Love, K., Bowen, R. and Fleming, K., 2017, Twelve fruits with potential value-Added and culinary uses, *University of Hawai‘i College of Tropical Agriculture and Human Resources*, 13-15.
- Lüle, F., 2014, Malatya-Arguvan yöresinde toplanan çadır mantarında (*Pleurotus eryngii*) farklı kurutma yöntemlerinin karşılaştırılması, Doktora Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ, 1-31.
- Mengeş, G., 2005, Patatesin farklı kurutma şartlarındaki kurutma karakteristiklerinin belirlenmesi, , Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 1-9.
- Michalska, A., Wojdyło, A., Lech, K., Łysiak, G. P. and Figiel, A., 2016, Physicochemical properties of whole fruit plum powders obtained using different drying technologies, *Food Chemistry*, 207, 223–232.
- Miguel, N. G., Boladeras, E. C. and Belloso, O. M., 1999, Development of high-fruit-dietary-fibre muffins, *European Food Research and Technology*, 210, 123–128.
- Mildner-Szkudlarz, S., Bajerska, J., Zawirska-Wojtasiaka, R. and G´oreckac, D., 2012, White grape pomace as a source of dietary fibre and polyphenols and its effect on physical and nutraceutical characteristics of wheat biscuits, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93 (2), 389-95.
- Mohamed, K. R., Abou- Arab, E. A., Gibriel, A. Y., Rasmy, N. M. H. and Abu-Salem, F. M., 2011, Effect of legume processing treatments individually or in combination on their phytic acid content, *African Journal of Food Science and Technology*, 2 (2), 036-046.

- 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.
- Noğay, O., 2014, Farklı yöntemlerle elde edilen nar çekirdek tozlarının muffin kek kalite özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, 1-12.
- Ogawa, K., Kawasaki, A., Omura, M., Yoshida, T., Ikoma, Y. and Yano M., 2001, 3',5'-Di-C- β -glucopyranosylphloretin, a flavonoid characteristic of the genus *Fortunella*, *Phytochemistry*, 57, 737-742.
- Ojha, P. and Thapa, S., 2017, Quality evaluation of biscuit incorporated with mandarin peel powder, *Scientific Study and Research: Chemistry and Chemical Engineering*, 18 (1), 019 – 030.
- Öncel, E., 2017, Erişte üretiminde farklı oran ve kombinasyonlarda karabuğday, amarant ve kinoa unlarının kullanım imkanları, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 34-63.
- Özel, Ö. F., 2010, Balkabağının farklı kurutma şartlarındaki kuruma karakteristiklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 1-22.
- Öztürk, F. ve Gündüz H., 2018, The effect of different drying methods on chemical composition, fatty acid, and amino acid profiles of sea cucumber (*Holothuria tubulosa* Gmelin, 1791), *Food Processing and Preservation*, 42 (9), e13732.
- Park, Y. S., Shin, S. and Shin, G. M., 2008, Quality characteristics of pound cake prepared with mandarin powder, *Korean Journal of Food Preservation*, 15 (5), 662-668.
- Parlak, N., 2014, Akışkan yataklı kurutucuda zencefilin kuruma kinetiğinin incelenmesi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29 (2), 261-269.
- Peng, L.W., Sheu, M.J., Lin, L.Y., Wu, C.T., Chiang, H.M., Lin, W.H., Lee, M.C. and Chen, H.C., 2013, Effect of heat treatments on the essential oils of kumquat (*Fortunella margarita* Swingle), *Food Chemistry*, 136, 532-537.
- Quijano, C.E. and Pino, J.A., 2006, Volatile compounds of round Kumquat (*Fortunella japonica* Swingle) peel oil from Colombia, *Journal of Essential Oil Research*, 21 (6), 483-485.
- Qureshi, A., Ainee, A., Nadeem, M., Munir, M., Qureshi, T. M. and Jabbar, S., 2017, Effect of grape fruit albedo powder on the physicochemical and sensory attributes of fruit cake, *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 30 (2), 185-193.
- Ramful, D., Baborun, T., Bourdon, E., Tarnus, E., Okezie I. and Aruoma, O.I., 2010, Bioactive phenolics and antioxidant propensity of flaved extracts of Mauritian

- citrus fruits: Potential prophylactic ingredients for functional foods application, *Toxicology*, 278, 75–87.
- Ramful, D., Tarnus, E., Aruoma, O.I., Bourdon, E. and Bahorun, T., 2011, Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps, *Food Research International*, 44, 2088–2099.
- Ruiz, N. A. Q., Demarchi, S. M. and Giner, S. A., 2014, Effect of hot air, vacuum and infrared drying methods on quality of rose hip (*Rosa rubiginosa*) leathers, *International Journal of Food Science and Technology*, 49, 1799–1804.
- Sadek, E.S., Makris, D.M. and Kefalas, P., 2009, Polyphenolic composition and antioxidant characteristics of kumquat (*Fortunella margarita*) peel fractions, *Plant Foods of Human Nutrition*, 64, 297–302.
- Sarı, M. ve Karaaslan, S., 2014, Ananasın mikrodalga ile kurutulması ve uygun kuruma modelinin belirlenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (1), 42-50.
- Sellami, I., H., Rahali, F. Z., Rebey, I. B., Bourgou, S., Limam, F. and Marzouk, B., 2013, Total phenolics, flavonoids, and antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* L.) plants as affected by different drying methods, *Food Bioprocess Technology*, 6, 806–817.
- Shafaghatlonbar, A. and Nouri, A., 2015, Chemical constituents and antioxidant activity of essential oil and organic extract from the peel and kernel parts of *Citrus japonica* Thunb. (Kumquat) from Iran, *Formerly Natural Product Letters*, 30 (9), 1093-1097.
- Shanmugavelan, P., Kim, S.Y., Kim, J.B., Kim, H.W., Cho, S.M., Kim, S.N., Kim, S.Y., Cho, Y.S. and Kim, H.R., 2013, Evaluation of sugar content and composition in commonly consumed Korean vegetables, fruits, cereals, seed plants, and leaves by HPLC-ELSD, *Carbohydrate Research*, 380, 112–117.
- Slinkard, K. and Singleton, V.L., 1977, Total phenolic analysis, automation and comparison with manual methods, *American Journal of Enology and Viticulture*, 28 (1), 49-55.
- Srivastava, N., Yadav, K. C., Verma, P., Kishore, K. and Rout, S., 2015, Development of lemon peel powder and its utilization in preparation of biscuit by different baking methods, *International Journal for Scientific Research & Development*, 3 (8), 2321-0613.
- Sutour, S., Lurob, F., Bradesi, P., Casanova, J. and Tomi F., 2016, Chemical composition of the fruit oils of five *Fortunella* species grown in the same pedoclimatic conditions in Corsica (France), *Natural Product Communications*, 11 (2), 259-62.
- Şat, İ. G. ve Keleş, F., 2004, Fitik asit ve beslenmeye etkisi, *Gıda*, 29 (6), 405-409.

- Tian, Y., Zhao, Y., Huang, J., Zeng, H. and Zheng, B., 2016, Effects of different drying methods on the product quality and volatile compounds of whole shiitake mushrooms, *Food Chemistry*, 197, 714–722.
- Tokdemir, M., Boran, K., Aktaş, M. ve Alkaç, S. P., 2018, Isı pompalı kurutma tekniği ile toz elma ve elma cipsi üretimi: performans analizi, *Politeknik Dergisi*, 21 (4), 887-894.
- Tontul., İ. and Topuz, A., 2017, Effects of different drying methods on the physicochemical properties of pomegranate leather (pestil), *Food Science and Technology*, 80, 294-303.
- Topkaya, C., 2017, Nar kabuğu tozu ilavesinin keklerin besinsel, duyuusal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, 8-13.
- Tuna, H. E., 2015, Gıda atığı olan vişne, nar, kabak ve kayısı çekirdeklerinin kek üretiminde değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 17-23.
- Turgut, Y. D., Gölükcü, M. ve Tokgöz, H., 2015, Kamkat (*Fortunella margarita* Swing.) meyvesi ve reçelinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, *Derim*, 32 (1), 71-80.
- Uchoa, A. M. A., Correia da Costa, J. M., Maia, G. A., Meira, T. R., Sousa, P. H. M. and Brasil, I. M., 2009, Formulation and physicochemical and sensorial evaluation of biscuit-type cookies supplemented with fruit powders, *Plant Foods for Human Nutrition*, 64, 153–159.
- Uçar, B., 2011, Pandispanya kek kalitesi üzerine yabancı meyvelerin fonksiyonel etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri, 1-9.
- Ulutürk, Ş., 2018, İncir çekirdeği unu kullanılarak glutenli ve glutensiz bisküvi üretimi, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta, 12-20.
- Umano, K., Hagi, Y., Tamura, T., Shoji, A. and Shibamoto, T., 1994, Identification of volatile compounds isolated from round kumquat (*Fortunella japonica* Swingle), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42 (9), 1888–1890.
- 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.
- Uysal, H., Bilgiçli, N., Elgün, A., İbanoğlu, Ş., Herken, E. N. and Demir, M., K, 2007, Effect of dietary fibre and xylanase enzyme addition on the selected properties of wire-cut cookies, *Journal of Food Engineering*, 78, 1074–1078.

- USDA Food Composition Databases, 2016, United States Department of Agriculture, <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2254?manu=&fgcd=&ds=>, [Erişî Tarihi: 03.11.2017].
- Vinci, G., Rot, F. and Mele, G., 1995, Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation, *Food Chemistry*, 53, 211-214.
- Wang, Y.W., Zeng, W.C., Xu, P.Y., Lan, Y.J., Zhu, R.X., Zhong, K., Huang, Y.N. and Gao H., 2012, Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of kumquat (*Fortunella crassifolia* Swingle) peel, *International Journal of Molecular Sciences*, 13, 3382-3393.
- Youssef, H. M. K. E. and Mousa, R. M. A., 2012, Nutritional assessment of wheat biscuits and fortified wheat biscuits with citrus peels powders, *Food and Public Health*, 2 (1), 55-60.



EKLER**EK 1- Kurutma Prosesine Ait Görseller**

Kurutma Prosesi Öncesi Kamkat Meyve Dilimleri



Kurutma Prosesi Sonrası Kamkat Meyve Dilimleri



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

EK 2- Bisküvi Örneklerine Ait Görseller

Kontrol %0



Konveksiyonel Kurutma %10 İkame Oranı



Konveksiyonel Kurutma %20 İkame Oranı



Konveksiyonel Kurutma %30 İkame Oranı



Mikrodalga Kurutma %10 İkame Oranı



Mikrodalga Kurutma %20 İkame Oranı



Mikrodalga Kurutma %30 İkame Oranı



Vakumlu Kurutma %10 İkame Oranı



Vakumlu Kurutma %20 İkame Oranı



Vakumlu Kurutma %30 İkame Oranı



Soldan Sağa: %0, Konveksiyonel %10, 20, 30



Soldan Sağa: %0, Mikrodalga %10, 20, 30



Soldan Sağa: %0, Vakumlu %10, 20, 30



Soldan Sağa: %0, Konveksiyonel (%10, 20, 30), Mikrodalga (%10, 20, 30), Vakumlu (%10, 20, 30)

EK-3 Kek Örneklerine Ait Görseller

Soldan Sağa: %0, Konveksiyonel %10, 20, 30



Soldan Sağa: %0, Mikroalga %10, 20, 30



Soldan Sağa: %0, Vakumlu %10, 20, 30

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Nezahat OLCAY
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : 15.03.1993 Meram/KONYA
Telefon : 0(531)6287709
e-mail : olcaynezahat@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Antalya Lisesi, Muratpaşa, ANTALYA	2011
Üniversite	: Akdeniz Üniversitesi, Konyaaltı, ANTALYA	2015
Yüksek Lisans	: Necmettin Erbakan Üniversitesi, Meram, KONYA	-

YABANCI DİLLER

İngilizce (B)

YAYINLAR

Erbaş M., Mutlu C., Arslan Tontul S., Olcay N., İsen, N., Some Properties of Wheat Sprouts, International Cereal and Bread Congress, İstanbul, Turkey, 18-21 April 2016, pp.252-252.

Olcay N., Demir M.K., “The Alternative Usage Possibilities of Kumquat in Food Industry”, International Symposium on Medicinal, Aromatic and Dye Plants, Malatya, Turkey, 5-7 October 2017, pp.357-358.

Benedykczak E., Jardzewska J., Olcay N., “Technologia Otrzymywania Pieczywa Gryczanego Metodą Ciasta Biskoptowego (Technology of Buckwheat Bread Preparation by Biscuit Dough Method)”, 4th National Session of Student Science Clubs, West Pomeranian University of Technology Szczecin, Szczecin, Poland, 23-24 November 2018, pp.78.