



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**KÖPÜK ve KONVEKTİF KURUTMA
YÖNTEMLERİ İLE ELDE EDİLEN
BALKABAĞI (*Cucurbita moschata*)
TOZLARININ BİSKÜVİ VE KEK
ÜRETİMİNDE KULLANIM OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI**

Fatma KILIÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Şubat-2022
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Fatma KILIÇ tarafından hazırlanan “Köpük ve Konvektif Kurutma Yöntemleri ile Elde Edilen Balkabağı (*Cucurbita moschata*) Tozlarının Bisküvi ve Kek Üretiminde Kullanım Olanaklarının Araştırılması” adlı tez çalışması 14/02/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Zehra GÜNEL

Danışman

Prof. Dr. Selman TÜRKER

Üye

Doç. Dr. İsmail TONTUL

İmza

.....

.....

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/.../20.. gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. İbrahim KALAYCI
FBE Müdürü

Bu tez çalışması BAP tarafından 201319005 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.

Fatma KILIÇ
Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KÖPÜK ve KONVEKTİF KURUTMA YÖNTEMLERİ İLE ELDE EDİLEN BALKABAĞI (*Cucurbita moschata*) TOZLARININ BİSKÜVİ VE KEK ÜRETİMİNDE KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Fatma KILIÇ

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Selman TÜRKER

2022, 110 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Selman TÜRKER
Doç. Dr. İsmail TONTUL
Dr. Öğr. Üyesi Zehra GÜNEL

Bu çalışmada, gıda alanında yeni bir kurutma yöntemi olan ve birçok avantajı bulunan köpük kurutma yöntemi ve aynı koşullarda konvektif kurutma yöntemi uygulanarak balkabağı tozları üretilmiştir. Proses sonucunda elde edilen tozlar %0, 5, 10, 15, 20 ikame oranlarında bisküvi üretiminde ve %0, 15, 30 ikame oranlarında ise kek üretiminde kullanılmıştır. Elde edilen örneklerde, fiziksel (renk, tekstür, bisküvide çap, kalınlık, yayılma oranı, kekta hacim ve simetri indeksi), kimyasal (nem, kül, ham protein, toplam fenolik madde içeriği, antioksidan aktivite, toplam karotenoid miktarı ve mineral madde) ve duyuusal analizler yapılmıştır.

Bisküvi örneklerinde en yüksek L* değerleri kontrol örneğinden elde edilmiş olup, L* değerleri balkabağı tozu ilavesi ile azalırken, a* değerlerinde ise artış gözlenmiştir. Bisküvilere ikame edilen normal kurutulmuş balkabağı tozu ve köpük kurutulmuş balkabağı tozunun artan ikame oranı ile birlikte bisküvi örneklerinin çap değerinde azalış, kalınlık değerinde ise artış tespit edilmiştir. Bisküvi formülasyonunda NKBT ve KKBT'nin artan ikame oranı ile bisküvi örneklerinin nem, kül, protein, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, toplam karotenoid, Ca, Fe, K, Mg, P miktarları artmıştır. Genel beğeni bakımından değerlendirildiğinde bisküviye %5 NKBT ikamesinin duyuusal kabul edilebilirlik bakımından en uygun oran olduğu bulunmuştur.

Kek örneklerinde NKBT ve KKBT ikamesi ile kek içinin L* değeri azalırken a* ve b* değerlerinde artış tespit edilmiştir. Kek kabuk kısmının ise L*, a* ve b* değerlerini düşürmüştür. Kek formülasyonunda NKBT ve KKBT'nin artan ikame oranı ile kek örneklerinin toplam fenolik madde, toplam karotenoid, antioksidan aktivite, kül ve Ca, K, Mg, P miktarları artış göstermiştir. Genel beğeni bakımından değerlendirildiğinde %15 KKBT ikamesi panelistler tarafından kabul edilebilir bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Balkabağı, bisküvi, kek, konvektif kurutma, köpük kurutma

ABSTRACT

MS THESIS

INVESTIGATION OF THE POSSIBLE USE OF PUMPKIN (*Cucurbita moschata*) POWDER OBTAINED BY FOAM AND CONVECTIVE DRYING METHODS IN THE PRODUCTION OF BISCUIT AND CAKE

Fatma KILIÇ

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

Advisor: Prof. Dr. Selman TÜRKER

2022, 110 Pages

Jury

Prof. Dr. Selman TÜRKER
Assoc. Prof. İsmail TONTUL
Assist. Prof. Dr. Zehra GÜNEL

In this study, pumpkin powders were produced by applying the foam-mat drying method, which is a new drying method in the food technology and has many advantages, and the convective drying method under the same conditions. The powders obtained were used in the biscuit production at 0, 5, 10, 15, 20% replacement rates and in cake production at 0, 15, 30% replacement rates. In the samples obtained, physical (color, texture, diameter in biscuit, thickness, spreading rate, volume and symmetry index in cake), chemical (moisture, ash, crude protein, total phenolic content, antioxidant activity, total carotenoid amount and mineral substance) and sensory analyzes were carried out.

In the biscuit samples, the highest L* values were obtained in the control sample. The L* values decreased with the addition of pumpkin powder, while an increase was observed in the a* values. With the increasing substitution rate of normal dried pumpkin powder and foam-mat dried pumpkin powder substituted for biscuits, a decrease in the diameter value of the biscuit samples and an increase in the thickness value were determined. The moisture, ash, protein, total phenolic content, antioxidant activity, total carotenoid, Ca, Fe, K, Mg, P amounts of biscuit samples increased with increasing substitution rate of NKBT and KKBT in the biscuit formulation. When evaluated in terms of general taste, it was found that 5% NKBT substitution for biscuits was the most appropriate ratio in terms of sensory acceptability.

In cake samples, L* value of the cake crumb decreased with NKBT and KKBT substitution, while a* and b* values increased. It decreased L*, a* and b* values of the cake crust part. Total phenolic substance, antioxidant activity, total carotenoid, the ash and Ca, K, Mg, P amounts of the cake samples increased with increasing substitution rate of NKBT and KKBT in the cake formulation. When evaluated in terms of general taste, 15% KKBT substitution was found acceptable by the panelists.

Keywords: Biscuit, cake, convective drying, foam mat drying, pumpkin

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitim süresince danışmanım olmasından onur duyduğum, önemli görüş ve düşünceleriyle bu tezin oluşmasında büyük emeği olan, bilgi ve tecrübeleriyle yoluma ışık tutan saygı değer danışmanım Prof. Dr. Selman TÜRKER'e,

Tez çalışmamın her aşamasında desteklerini gördüğüm, bu çalışmanın yürütülmesinde çok değerli önerileri ve uzmanlığı ile katkı sağlayan Doç. Dr. İsmail TONTUL hocama,

Laboratuvar çalışmalarımın yürütülmesinde yardımlarını esirgemeyen Gıda Yüksek Mühendisi Mine ASLAN' a ve Gıda Yüksek Mühendisi Merve AYDIN'a,

Yüksek lisansın bana kazandırmış olduğu en güzel dostluğuyla her konuda desteğini hissettiğim Cennet AVCI'ya,

Hayatım boyunca desteklerini hissettiren, anlayışlarını ve sabırlarını eksik etmeyen çok kıymetli babam Kadir KILIÇ'a, annem Mediha KILIÇ'a ve eğitim hayatım boyunca her daim yanımda olan, maddi-manevi hiçbir desteğini esirgemeyen değerli abim Dr. Hasan Hüseyin KILIÇ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nün BAP-201319005 nolu proje desteğinden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Tez çalışmamı destekleyen Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

Fatma KILIÇ
KONYA-2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Balkabağı	3
2.1.1. Balkabağının kimyasal bileşimi ve fonksiyonel özellikleri.....	4
2.1.2. Balkabağının gıda endüstrisinde kullanımı.....	6
2.2. Gıdaların Kurutulması	6
2.2.1. Gıda kurutma yöntemleri	8
2.2.2. Konvektif kurutma yöntemi.....	8
2.2.3. Köpük kurutma yöntemi	9
2.3. Bisküvi.....	11
2.3. Kek.....	14
2.4. Balkabağı Tozu Katkılı Tahıl Ürünleri Üzerine Yapılan Çalışmalar	16
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
3.1. Materyal	19
3.2. Metot	19
3.2.1. Deneme deseni	19
3.2.2. Balkabağı tozu üretimi.....	19
3.2.3. Bisküvi üretimi	20
3.2.4. Kek üretimi	21
3.2.5. Hammadde ve ürünlerdeki fiziksel analizler	21
3.2.6. Hammadde ve ürünlerdeki kimyasal analizler.....	22
3.2.7. Bisküvi örneklerinde gerçekleştirilen analizler	24
3.2.8. Kek örneklerinde gerçekleştirilen analizler	25
3.2.9. Duyusal analiz.....	25
3.2.10. İstatistiki analizler	25
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	26
4.1. Balkabağı Kurutma Sonuçları.....	26
4.1.1. Renk	26
4.1.2. Nem miktarı	31
4.1.3. Toplam fenolik madde	33
4.1.4. Antioksidan aktivite	35
4.1.5. Toplam karotenoid miktarı	37

4.2. Hammadde Analiz Sonuçları	39
4.3. Bisküvi Analiz Sonuçları	44
4.3.1. Fiziksel analiz sonuçları.....	44
4.3.2. Kimyasal analiz sonuçları	51
4.3.3. Duyusal analiz sonuçları	66
4.4. Kek Analiz Sonuçları.....	68
4.4.1. Fiziksel analiz sonuçları.....	68
4.4.2. Kimyasal analiz sonuçları	78
4.4.3. Duyusal analiz sonuçları	91
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	93
5.1. Sonuçlar	93
5.2. Öneriler	94
6. KAYNAKLAR	95
EKLER	108

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2. 1. Çiğ balkabağının bileşimi.....	4
Çizelge 2. 2. Balkabağı, bazı meyve ve sebzelerin bazı bileşenleri	5
Çizelge 2. 3. Gıda kurutma metotlarının karşılaştırılması.....	8
Çizelge 4. 1. Farklı sıcaklık ve köpürtme ajanları ile üretilen balkabağı tozlarının renk değerleri ¹	28
Çizelge 4. 2. Balkabağı tozlarının renk değerlerine ait varyans analiz tablosu ¹	29
Çizelge 4. 3. Balkabağı tozlarının renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ¹	30
Çizelge 4. 4. Farklı sıcaklık ve köpürtme ajanları ile üretilen balkabağı tozlarının nem miktarı değerleri (g/100g) ¹	31
Çizelge 4. 5. Balkabağı tozlarının nem miktarı değerlerine ait varyans analiz tablosu ¹	32
Çizelge 4. 6. Balkabağı tozlarının nem miktarı (g/100g) değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ¹	32
Çizelge 4. 7. Farklı sıcaklık ve köpürtme ajanları eklenerek üretilen balkabağı tozlarının toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/kg km) değerleri ¹	33
Çizelge 4. 8. Balkabağı tozlarının toplam fenolik madde miktarı değerlerine ait varyans analiz tablosu ¹	34
Çizelge 4. 9. Balkabağı tozlarının toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/kg km) değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ¹	34
Çizelge 4. 10. Farklı sıcaklık ve köpürtme ajanları ile üretilen balkabağı tozlarının antioksidan aktivite (mg TEAA/kg km) değerleri ¹	35
Çizelge 4. 11. Balkabağı tozlarının antioksidan aktivite değerlerine ait varyans analiz tablosu ¹	36
Çizelge 4. 12. Balkabağı tozlarının antioksidan aktivite (mg TEAA/kg km) değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ¹	37
Çizelge 4. 13. Farklı sıcaklık ve köpürtme ajanları ile üretilen balkabağı tozlarının toplam karotenoid miktarı (mg / 100g km) değerleri ¹	37
Çizelge 4. 14. Balkabağı tozlarının toplam karotenoid miktarı değerlerine ait varyans analiz tablosu ¹	38
Çizelge 4. 15. Balkabağı tozlarının toplam karotenoid miktarı (mg/100g km) değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ¹	39
Çizelge 4. 16. Bisküvi ve kek üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait renk değerleri	40
Çizelge 4. 17. Bisküvi ve kek üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları ¹	42
Çizelge 4. 18. Bisküvi ve kek üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait mineral madde miktarları (mg/100g) ¹	42
Çizelge 4. 19. Bisküvi örneklerine ait renk değerleri ¹	44
Çizelge 4. 20. Bisküvi örneklerinin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹	45
Çizelge 4. 21. Bisküvi örneklerinin renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	45
Çizelge 4. 22. Bisküvi örneklerinin fiziksel analiz değerleri ¹	48
Çizelge 4. 23. Bisküvi örneklerinin fiziksel değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹	49
Çizelge 4. 24. Bisküvi örneklerinin fiziksel değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	49
Çizelge 4. 25. Bisküvi örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları ¹	56
Çizelge 4. 26. Bisküvi örneklerinin kimyasal değerlerine ait varyans analiz tablosu ¹ ...	56

Çizelge 4. 27. Bisküvi örneklerinin kimyasal değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	57
Çizelge 4. 28. Bisküvi örneklerine ait mineral madde değerleri (mg/100g) ¹	64
Çizelge 4. 29. Bisküvi örneklerine ait mineral madde değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹	64
Çizelge 4. 30. Bisküvi örneklerine ait mineral madde değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	65
Çizelge 4. 31. Kek örneklerine ait renk değerleri ¹	68
Çizelge 4. 32. Kek örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları ¹	74
Çizelge 4. 33. Kek örneklerinin renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	74
Çizelge 4. 34. Kek örneklerinin hacim indeksi, simetri indeksi ve sertlik değeri analiz sonuçları ¹	75
Çizelge 4. 35. Kek örneklerinin hacim indeksi, simetri indeksi ve sertlik değerine ait varyans analiz sonuçları ¹	75
Çizelge 4. 36. Kek örneklerinin hacim indeksi, simetri indeksi ve sertlik değerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	76
Çizelge 4. 37. Kek örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları ¹	79
Çizelge 4. 38. Kek örneklerinin kimyasal değerlerine ait varyans analiz tablosu ¹	79
Çizelge 4. 39. Kek örneklerinin kimyasal değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	80
Çizelge 4. 40. Kek örneklerine ait mineral madde değerleri (mg/100g) ¹	89
Çizelge 4. 41. Kek örneklerinin mineral madde değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹	89
Çizelge 4. 42. Kek örneklerinin mineral madde değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	90

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1. Bisküvi üretim akım şeması	13
Şekil 4. 1. Bisküvi örneklerinin L* değeri üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu.....	46
Şekil 4. 2. Bisküvi örneklerinin a* değeri üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu.....	47
Şekil 4. 3. Bisküvi örneklerinin b* değeri üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu.....	48
Şekil 4. 4. Bisküvi örneklerinin sertlik değeri üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu.....	51
Şekil 4. 5. Bisküvi örneklerinin nem miktarı üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu.....	52
Şekil 4. 6. Bisküvi örneklerinin kül miktarı üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu.....	53
Şekil 4. 7. Bisküvi örneklerinin protein miktarı üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu.....	55
Şekil 4. 8. Bisküvi örneklerinin TFMM üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu.....	58
Şekil 4. 9. Bisküvi örneklerinin antioksidan miktarı üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu.....	60
Şekil 4. 10. Bisküvi örneklerinin toplam karotenoid miktarı üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu.....	61
Şekil 4. 11. Bisküvi örneklerine ait duyusal analiz sonuçları.....	66
Şekil 4. 12. Kek örneklerinin L* iç değeri üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu.....	69
Şekil 4. 13. Kek örneklerinin a* iç değeri üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu.....	70
Şekil 4. 14. Kek örneklerinin L* kabuk değeri üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu.....	71
Şekil 4. 15. Kek örneklerinin a* kabuk değeri üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu.....	72
Şekil 4. 16. Kek örneklerinin b* kabuk değeri üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu.....	72
Şekil 4. 17. Kek örneklerinin hacim indeksi üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu.....	76
Şekil 4. 18. Kek örneklerinin sertlik üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu.....	77
Şekil 4. 19. Kek örneklerinin protein miktarı üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu.....	82
Şekil 4. 20. Kek örneklerinin TFMM üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu.....	83
Şekil 4. 21. Kek örneklerinin antioksidan üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu.....	85
Şekil 4. 22. Kek örneklerinin karotenoid miktarı üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu.....	86
Şekil 4. 23. Kek örneklerine ait duyusal analiz sonuçları	91

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

DPPH	: 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
IU	: International unit (Uluslararası birim)
KKBT	: Köpük Kurutulmuş Balkabağı Tozu
KMS	: Karboksi Metil Selüloz
NKBT	: Normal Kurutulmuş Balkabağı Tozu
PASP	: Peynir Altı Suyu Proteini
LDL	: Düşük yoğunluklu lipoprotein
RAE	: Retinol aktivite eşdeğeri
RA	: Retinol eşdeğeri
TFMM	: Toplam Fenolik Madde Miktarı
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

Simgeler

a^*	: (+) kırmızı, (-) yeşil renk değeri
b^*	: (+) sarı, (-) mavi renk değeri
Ca	: Kalsiyum
Fe	: Demir
g	: Gram
K	: Potasyum
L^*	: (0) siyah-(100) beyaz renk değeri
mg	: Miligram
Mcg	: Mikrogram
ml	: Mililitre
Mg	: Magnezyum
P	: Fosfor
Zn	: Çinko
kcal	: Kilokalori
α	: Alfa
β	: Beta
μ	: Mikron
μg	: Mikrogram

1. GİRİŞ

Gelişen teknoloji ile tüketicilerin bilinçlenmesi, beslenme alışkanlıklarının değişimine sebep olmuştur. Bu durum gıdaları sadece temel ihtiyaçları gideren besin öğeleri olmaktan çıkartarak, endüstriyel boyutta daha zengin, kaliteli, raf ömrü uzun, sağlıklı, tekstürel ve duyuşsal özellikleri geliştirilmiş çeşitli gıdaların üretiminin hızla artmasına neden olmuştur (Uçar, 2011; Gözükar, 2013; Noğay, 2014; Demirel, 2017). Hayat kalitesi ve sağlıklı yaşam üzerine sağlıklı beslenmenin faydalı etkileri, gıda sanayiini bu konuda harekete geçirerek yeni sağlıklı ürün geliştirmeye yönelmesini sağlamıştır. Böylece, diğer besleyici materyallere ilave olarak, istenilen fonksiyonel karakteristiklere sahip, yeni kaynakların bulunmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır (Lambo ve ark., 2005).

Günümüzde küresel olarak karşılaşılan sağlık problemleri nedeniyle fonksiyonel gıdalara olan önem giderek artmıştır. Fonksiyonel gıdalar; vücudun temel besin ihtiyaçlarını karşılamamanın dışında insanın metabolik fonksiyonları ve fizyolojisi üzerinde de yarar sağlayarak hastalanma riskini azaltır. Böylece hastalıklardan korunma ve daha sağlıklı bir yaşam için gerekli olan gıda ya da gıda bileşenleri olarak tanımlanır (Meral ve Doğan, 2009). Dolayısıyla son zamanlarda gıda sektörü, ürün çeşitlerini artırmak ve aynı zamanda daha sağlıklı ürünler ortaya koymak adına araştırma ve yeni ürün geliştirme çalışmalarına yoğunlaşmıştır. Gıda reçetelerine giren bileşenler arasında fonksiyonel özelliğe sahip olan maddelerin eklenmesi ya da mevcut olanlarla yer değiştirmesi oldukça önemlidir (Akbaş ve ark., 2012).

Unlu mamuller, farklı çeşitleri üretilerek zenginleştirilip besinsel niteliği geliştirilen ve fonksiyonel özellik kazandırılan gıda grupları arasında önemli bir yer tutmaktadır (Köklü, 2007; Ergün, 2012). Bunun sebebi olarak, değişen beslenme alışkanlıklarına rağmen unlu mamüllerin dünyada hala en çok tüketilen gıda grubu olması, farklı gıda ya da katkıların kolayca eklenebildiği ürünler olması ve tüketimde her kesimden insana hitap etmesi olarak sıralanabilir (Aydın, 2012). Bunlar arasında en büyük payı bisküvi ve kek almaktadır (Gözükar, 2013).

Günümüzde tüketimi artan bisküvi; zayıf (yumuşak) buğday unundan, yağ ve şeker ilavesiyle hazırlanan hamurun şekillendirilmesi ile elde edilen bir üründür. Ayrıca bunlara ek olarak, tekstür sağlayıcı, besin değerini arttırıcı ve aromatize edici olarak farklı katkı maddeleri de ilave edilebilmektedir (Elgün ve Ergutay, 1995; Kılınç, 2015). Kek pek çok farklı formülle üretilebilen ve çok çeşidi olan bir hazır gıda olduğu için tanımının

yapılması zordur (Yıldız, 2002). Ancak genel olarak kek; yumuşak buğday ununun yüksek oranda şeker, margarin, yumurta, süt ve aroma maddelerince zenginleştirilmesiyle elde edilen, yumuşak ve hoşça giden aromaya sahip bir üründür (Bailey ve Leclere, 1935). Kentleşmenin günlük diyetteki etkileri ele alındığında, tüketime hazır gıdalara olan ilginin artması ve organoleptik özelliklerinin iyi olması sebebiyle hazır kek tüketimi de son yıllarda artarak önem kazanmıştır (Uçar, 2011; Gözükara, 2013).

Balkabağının dünya genelinde *Cucurbita moschata* (balkabağı) ve *Cucurbita maxima* (kestane kabağı) olmak üzere iki çeşidi yaygındır (Lee ve ark., 2003). Balkabağı, polisakkaritler, diyet lif, biyoaktif bileşenler (fenolik maddeler ve flavanoidler), mineral maddeler, vitaminler (karoten, vitamin A, tokoferol ve vitamin C) ve amino asitler açısından oldukça zengindir (Zhang ve ark., 2000; Wang ve ark., 2002). Besinsel değeri sebebi ile balkabağına olan talep, son yıllarda her geçen gün artmaktadır (Murkovic ve ark., 2004). Balkabağı, karotenoid içeriğince oldukça zengin olup diyetle yer verildiğinde A vitamini eksikliğinde oluşan görme bozukluğu gibi hastalıkların ortaya çıkmasını önler (Seo ve ark., 2005). Ayrıca diyetle balkabağı kullanımının, mide, göğüs, akciğer ve kolon kanseri riskini azalttığı yapılan çalışmalar sonucunda kanıtlanmıştır (Xanthopoulou ve ark., 2009).

Meyve tozu, taze meyvelerin farklı kurutma yöntemleri uygulanarak kurutulması ile üretilen doğal bir ürün olup hazır puding, pasta, bisküvi, kek, dondurma, meyveli yoğurt, meyve suyu, reçel ve şekerleme gibi gıdaların üretiminde sıklıkla kullanılır.

Taze meyvelerin, su aktiviteleri sebebiyle depolama boyunca yapılarında mikrobiyal bozunma ve istenmeyen biyokimyasal reaksiyonlar göstermesi sonucu kalitelerinde azalma meydana gelir. Kurutma prosesi ile taze meyvelerin su aktiviteleri azalır, biyokimyasal reaksiyonları ve mikrobiyal bozunmaları engellenerek meyveler daha stabil hale gelir. Böylelikle raf ömürlerinin uzaması sağlanır (Marques ve ark., 2009). Bununla birlikte meyvelerin kurutularak muhafaza edilmesi; taşıma, depolama ve işleme sırasında kolaylık sağlaması, aynı zamanda meyve atıklarının ve hasat sonrası kayıpların azalmasına katkıda bulunması sebebiyle yaygın şekilde uygulanır (Mosquera ve ark., 2010).

Bu çalışmada, son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlanan ve düşük sıcaklıkta gerçekleşerek verimli bir kurutma tekniği olan köpük kurutma yöntemi uygulanarak balkabağı tozu üretilmiş olup, bu toz ile bisküvi ve kek üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen bisküvilerin ve keklerin bazı fiziksel, kimyasal, besinsel ve duyuşal özellikleri üzerine araştırma yapılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Balkabağı

Balkabağı, Kabakgiller (Cucurbitaceae) familyasında yer alır. Şekil ve yapı özelliklerinde oluşan farklılıklar bakımından *Cucurbita pepo*, *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima* ve *Cucurbita mixta* olarak sınıflandırılan lifli ve turuncu renge sahip bir meyvedir (Xanthopoulou ve ark., 2009). *Cucurbita moschata*'nın M.Ö 3400'de Meksika'nın batısında yetiştirildiği ve daha sonra ABD'nin güneybatısına doğru (M.Ö. 900) yayılma gösterdiği yapılan araştırmalarda belirtilmiştir (Decker-Walters ve Walters, 2000). Balkabağının ağırlığı 5-60 kg arasında değişmekte ve kabuk rengi sarıdan turuncuya, et rengi ise açık turuncudan koyu turuncuya kadar değişiklik göstermektedir. Genel olarak, ılık ve tropik iklimlerde yetişir. Kumlu ve nemli toprakları tercih etmektedir (Jacobo-Valenzuela ve ark., 2011). Balkabağı, tropikal ve subtropikal bölgelerde yetiştirilmekte ve yüksek besinsel değeri, düşük polisakkarit içeriği ve enerji değeri nedeniyle gün geçtikçe artan bir ilgi görmektedir (Aziah ve Komathi, 2009). Ülkemizin sahip olduğu iklim çeşitliliği, balkabağı çeşitlerinin çoğunun ülkemizde yetiştirilmesini sağlamaktadır. Anadolu, balkabağı için ikincil gen merkezi konumundadır ve yaygın bir varyasyonu barındırmaktadır (Şensoy ve ark., 2007). Balkabağının hasat zamanı Ekim ayıdır. Genel olarak sonbahar ve kış aylarında tüketilmektedir (Ptitchkina ve ark., 1998). Ülkemizde balkabağının etli kısmı çoğunlukla tatlı olarak, çekirdeği de çerez olarak tüketilmektedir.

Balkabağı; ticarileştirme, depolama ve işleme konusunda zorluklar getiren büyük bir meyvedir. Buna bağlı olarak, minimum işlenmiş gıda ürünleri pazarında genişleme potansiyeline sahip bir meyve olup, satışlarını değerine göre arttırmaktadır (Soares ve ark., 2018).

FAO (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü)'nun yayımlamış olduğu 2017 yılı verilerine göre başta Çin, Hindistan, Rusya, Ukrayna, Amerika olmak üzere dünyada 35 milyon tonun üzerinde balkabağı, kabak ve su kabağı üretilmektedir. Türkiye ise kabak üretiminde 580.624 ton ile onuncu sırada yer almaktadır (Anonim, 2019). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2018 yılı verilerinde ise Türkiye'de balkabağı üretimi yaklaşık 87.207 ton iken; 2019 yılında %5.9'luk bir artış ile 92.319 tona yükselmiştir (Anonim, 2020).

2.1.1. Balkabağının kimyasal bileşimi ve fonksiyonel özellikleri

Balkabağı ile balkabağı yağının yapılan araştırmalar sonucu sağlığa yararlı olduğu tespit edilmiştir. Balkabağının bileşiminde kalsiyum, potasyum gibi mineraller, lif, fitosteroller, çoklu doymamış yağ asitleri, karotenoid ve tokoferol gibi antioksidan vitaminler, çinko gibi iz elementler fazladır. Ayrıca sodyum miktarı oldukça azdır (Xanthopoulou ve ark., 2009). Balkabağının bileşiminde toplam katı madde miktarı %7-10 arasında değişiklik göstermektedir (Guine ve ark., 2011). Çiğ balkabak bileşimi Çizelge 2.1’de gösterilmektedir (National Agricultural Library, 2018).

Çizelge 2. 1. Çiğ balkabağının bileşimi

Bileşen	Birim	Değer (100 gram)
Su	g	91.60
Enerji	kcal	26
Protein	g	1.00
Toplam yağ	g	0.10
Karbonhidrat	g	6.50
Toplam Diyet Lifi	g	0.5
Toplam Şeker	g	2.76
Mineraller		
Kalsiyum, Ca	mg	21
Demir, Fe	mg	0.80
Magnezyum, Mg	mg	12
Fosfor, P	mg	44
Potasyum, K	mg	340
Sodyum, Na	mg	1
Çinko, Zn	mg	0.32
Vitaminler		
Vitamin C	mg	9.0
Tiamin	mg	0.050
Riboflavin	mg	0.110
Niasin	mg	0.600
Vitamin B6	mg	0.061
Vitamin A, RAE	µg	426
Vitamin A, IU	IU	8513
Vitamin E	mg	1.06
Vitamin K	µg	1.1

Balkabağının yapısında bulunan karotenoid gibi bileşenler, balkabağına turuncu rengini vermekte olup balkabağını sağlığa yararlı bir besin haline getirmektedir (Guine ve ark., 2011). Balkabağındaki ana karotenoid β -karoten olmakla birlikte (> %80) daha az miktarda da lutein, cis α -karoten ve likopen içermektedir (Assous ve ark., 2014). Karotenoidler, serbest antioksidan ve serbest radikal tutucu olarak aktivite gösterirler ve kanseri önlemede önemli bir rol üstlenirler (Lee ve ark., 2002). Karotenoidler Vitamin A

bakımından oldukça zengin olmalarından dolayı görme duyusu, büyüme ve embriyo gelişimi için gereken Vitamin A'nın emilimini artırmaktadır (Seo ve ark., 2005).

Yapılan bir çalışmada balkabağı, kayısı, havuç, kabak ve domates ürünleri besinsel içerikleri bakımından karşılaştırılmıştır (Çizelge 2.2). Balkabağı, havuç dışındaki diğer meyve ve sebzelere kıyasla daha fazla kalsiyum, α -karoten, β -karoten, Vitamin A içermektedir. Sodyum miktarı ise özellikle havuçla kıyaslanırsa çok düşük olduğu görülmektedir. Balkabağının, potasyum ve Vitamin E içeriği ise havuç, kayısı, kabak ve domates gibi ürünlere kıyasla daha fazladır (Gürbüz, 2006).

Çizelge 2. 2. Balkabağı, bazı meyve ve sebzelerin bazı bileşenleri

Bileşen (100g) Ürün	Kalsiyum (mg)	Potasyum (mg)	Sodyum (mg)	α - karoten (mcg)	β -karoten (mcg)	Vit.A (IU)	Vit.E (mg)
Balkabağı	21	340	1	515	3100	7384	1.06
Kabak	15	262	2	0	120	200	0.12
Havuç	33	320	69	3477	8285	16811	0.66
Kayısı	13	259	1	19	1094	1926	0.89
Domates	10	237	5	101	449	833	0.54

Diyet içeriğinde balkabağının kullanımı mide, göğüs, akciğer ve kolon kanseri riskini azalttığı yapılan araştırmalar sonucu ortaya konmuştur (Xanthopoulou ve ark., 2009).

Balkabağında bulunan β -karoten, vücutta A vitaminine dönüşür ve antioksidan özellikleri nedeniyle de yetişkinlerin hayatında, kronik hastalıkların önlenmesinde etkin rol oynamaktadır (Blumberg, 1995).

Balkabağı, yapısındaki proteine bağlı polisakkaritlerden (diyet lif) dolayı, glisemik indeksi düşüktür. Bundan dolayı serum insülin seviyesini arttırmakta, kan şekeri seviyesini düşürmekte ve glikoz toleransını geliştirmektedir. Bu sebeple balkabağı, antidiyabetik ajan olarak kullanılabilme potansiyeline sahiptir (Qanhong ve ark., 2005).

Caili ve ark. (2006) balkabağı tozunun serum kolesterolü ve trigliseriti düşürdüğünü ve balkabağında bulunan polisakkaritlerin, hipolipidemik aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

2.1.2. Balkabağının gıda endüstrisinde kullanımı

Balkabağı, pişirilerek veya püre haline getirilerek kurabiye, çorba, ekmek gibi pek çok gıdada hammadde olarak kullanılabilir. Balkabağının lifli yapısı sebebiyle iyi bir su ve glikoz etkileşimi göstermesi, kullanışlı bir hammadde olma özelliğini arttırmaktadır (Guine ve ark., 2011). Balkabağı ekmek, tahıllı ürünler, salata ve kek gibi gıdalarda hammadde olarak kullanımının yanı sıra taze olarak da tüketilmektedir. Ayrıca yenilebilir yağ olarak gıdalarda kullanımı sağlık açısından yararlı olmasından dolayı önerilmektedir (Xanthopoulou ve ark., 2009).

Balkabağı taze veya pişirilmiş olarak tüketilirken ayrıca dondurulmuş veya konserve olarak da değişik biçimlerde tüketilebilmektedir (Figueredo ve ark., 2000). İran'da ise yarı pişmiş olarak ve genellikle yoğurt veya pirinçle birlikte tüketilir (Jamali ve ark., 2018). Balkabağı; tatlı, reçel, marmelat yapımında ve çeşitli gıdalarda da flavor geliştirici olarak kullanılmaktadır (Lee ve ark., 2002). Balkabağı Türkiye'de ise en çok tatlı olarak tüketilmektedir.

Provesi ve ark. (2012) farklı balkabağı çeşitleri (*C. moschata* ve *C. maxima*) kullanarak ticari sterilizasyon yöntemi ile püre elde etmişlerdir. Yoğurt, dondurma, salam ve diğer gıda ürünlerinde bu pürelerin kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

Balkabağı kurutularak toz halinde de kullanılmaktadır. Balkabağı tozunun unlu mamül, çorba, sos ve noodle ürünlerinde un katkısı olarak, makarna ve un karışımlarında doğal renk ajanı olarak kullanılmaktadır. Karoten, vitaminler, mineraller, pektin ve diyet lifi bakımından zengin olması nedeniyle balkabağı tozunun katkı olarak kullanılması ekmeğin ve farklı gıda ürünlerinin besinsel kalitesini artırmaktadır (See ve ark., 2007).

Bunların dışında literatürde balkabağından; marmelat (Egbekun ve ark., 1998), reçel (Danilchenko ve ark., 2000), ketçap (Sharma ve Kumar, 1995), köfte (Teotia ve ark., 2004) ve helva (Premavalli ve ark., 1991) üretimini konu alan yapılmış çalışmalar da mevcuttur.

2.2. Gıdaların Kurutulması

Gıda ürünlerinin çeşitliliği mevsimlere, dönemlere ve yıllara göre değişmektedir. Bu nedenle gıda ürünlerine her zaman ulaşılabilmesi ve istenilen zamanda tüketicinin talebini karşılaması için farklı yöntemlerle muhafazası sağlanmalıdır. Bunun için ise çeşitli gıda muhafaza metotlarından yararlanılmaktadır. Kurutma, bu metotlar arasından

en çok uygulananlardandır (Aktaş, 2007). Gıdadaki nem içeriğinin düşürülmesi olarak tanımlanan kurutma yöntemi, bilinen en eski ve en yaygın gıda muhafaza yöntemlerinden biridir (Alves-Filho ve Stranmen, 1996). Kurutma sonucu gıdanın içerisindeki serbest suyun gıdadan uzaklaştırılması ile gıdanın mikrobiyal aktivitesi ve biyokimyasal reaksiyonları sınırlandırılıp kalitesi ve raf ömrü arttırılmaktadır (Mosquera ve ark, 2010).

Kurutmanın temel amacı; gıda ürününün içerdiği nem miktarını azaltıp, böylece su aktivitesini (a_w) belli bir değerin altına indirerek, ortamdaki mikrobiyal gelişmeyi sınırlandırmak, özellikle aflatoksin oluşumunun önüne geçmek, enzim aktivitesini düşürmek, dolayısı ile kimyasal, enzimatik ve mikrobiyal bozulmalara karşı gıdayı korumaktır (Parlak, 2014; Kutlu ve ark., 2015; Alwazeer, 2018). Bu nedenlerden dolayı gıdaların kurutulması, uzun süre depolanması gereken gıdalarda çoğunlukla tercih edilmektedir (Kutlu ve ark., 2015). Kurutma yöntemi sayesinde meyve ve sebzelerin hacimleri küçülerek ağırlıkları azalmaktadır. Ağırlık azalması sonucu ambalajlama, depolama ve nakliye masrafları da düşmektedir. Kurutulmuş gıda üretiminde işçilik ve ekipman kullanılması azalmaktadır. Böylece gıdaların vitamin miktarlarının, görüntüsünün ve tadının uzun süre muhafaza edilebilmesi gibi sebeplerden ötürü kurutma önemli muhafaza yöntemlerinden biridir (Holdsworth, 1986; Cemeroğlu, 2017).

Gıdalara uygulanan kurutma yöntemi, muhafaza süresini uzatarak raf ömrünü arttırmaktadır. Fakat meyvelerin renk, doku, tat, fenolik bileşikler ve karotenoidler gibi biyoaktif bileşiklerin stabilitesini ve kalitesini olumsuz şekilde etkilemektedir (Sagar ve Kumar, 2010; Kandasamy ve ark., 2012; Sonawane ve Arya, 2015). İstenilmeyen bu faktörlerin önlenmesi ve biyoaktif bileşiklerin muhafazası için farklı kurutma metodları geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yöntemler, iletim, taşınım, ısınım ya da bunların kombinasyonları ile ısı transferi sağlanmaktadır (Brar, 2018).

Kurutma yöntemi ve kurutucu seçiminde dikkat edilmesi gereken başlıca etmenler arasında; muhafaza süresi uzun ve kaliteli bir ürün veren, düşük enerji ile üretim sağlayan ve mümkün olduğunca yüksek kurutma hızıdır. Sebze, meyve ve tahıllar gibi pek çok tarımsal ürünün kurutulmasında kontakt kurutma, konvektif kurutma, ısınım ile kurutma, dondurarak kurutma, ozmotik kurutma gibi kurutma teknikleri tercih edilmektedir. Çizelge 2.3’de gıda endüstrisinde daha fazla kullanılan kurutma sistemleri gösterilmektedir (Hardy ve Jideani, 2017).

Çizelge 2. 3. Gıda kurutma metotlarının karşılaştırılması

Kurutma Metodu	Basitlik	Yüksek kalite	Hızlı kurutma	Hacimsel Isıtma	Maliyet
Güneş Kurutma	+				+
Mikrodalga Kurutma			+	+	
Dondurarak Kurutma		+		+	
Püskürterek Kurutma		+	+	+	
Köpük kurutma	+	+	+	+	+

2.2.1. Gıda kurutma yöntemleri

Güneşte (doğal) ve yapay (suni) kurutucularda kurutma olarak iki farklı kurutma yöntemi bulunmaktadır (Cemeroğlu, 2004). Güneş ısısından yararlanılarak ürün içindeki su miktarının azaltılması için uygulanan yöntem "doğal (güneşte) kurutma" olarak adlandırılır (Soysal, 2004). Ürün doğrudan güneş altına veya gölge bir yere serilerek kurutulmaktadır ve en eski kurutma yöntemidir. Güneşte kurutma yönteminin en büyük avantajı kurutma maliyetlerinin düşük olmasıdır. Fakat bu kurutma işlemi mevsimsel şartlara bağlı olarak işçiliği artırmakta ve uzun sürede geniş kurutma alanlarında kuruma meydana gelmektedir (Abuşka, 2002). Ayrıca ürünlerin kurutulurken toprak, toz, yağmur, böcek ve diğer hayvanların etkisine maruz kalması ve kalitenin olumsuz yönde etkilenmesi söz konusudur. Yapay kurutma yönteminde ise kurutma işlemi kontrollü şartlarda ve kapalı ortamlarda gerçekleştirilmekte, güneşte kurutma yönteminde görülen olumsuzluklar önlenmektedir (Dadalı, 2007; Soysal, 2004). Doğal kurutmaya göre kontrollü bir kurutmadır ve görünüş olarak daha iyi bir ürün elde edilir ancak kurutma maliyeti fazladır (Abuşka, 2002). Gıdaların kurutulmasında yaygın olarak kullanılan yapay kurutma yöntemleri arasında konvektif kurutma, vakum kurutma, akışkan yatak kurutma, flaş kurutma, püskürtmeli kurutucular, mikrodalga kurutma ve dondurarak kurutma yer almaktadır.

2.2.2. Konvektif kurutma yöntemi

Konvektif kurutma sistemleri, ısıtılan havanın yardımıyla kurutma sağlamaktadır. Bu tür sistemlerde kurutulacak ürünler tepsilere, arabalara veya konveyörlere yüklenir ve ürünlerin üzerlerinden, bir fan aracılığı ile belirli hızda hareket ettirilen ısıtılmış hava geçirilir. Sıcak havanın etkisiyle ürüne buharlaşma entalpisi yüklenir ve böylece

buharlaşan su ise havaya yüklenip kurutucudan atılır. Aynı zamanda yatırım maliyetlerinin diğer sistemlere kıyasla daha uygun olması ve endüstriyel ölçekli sistemlerin geliştirilmesi sebebiyle sıklıkla kullanılır (Tontul, 2017).

2.2.3. Köpük kurutma yöntemi

Son zamanlarda gıdaların kısa sürede kurutulması ve kuru ürünün kalitesinin artırılması amacıyla yeni sistemlerin tasarlandığı, mevcut sistemlerin iyileştirildiği ve proses kontrolü amacıyla matematiksel modellerin tanımlandığı araştırmalar giderek ön plana çıkmıştır. Köpük kurutma yöntemi, bu ihtiyaçları gidermek üzere tasarlanan yeni bir kurutma tipidir (Abbasi ve Azizpour, 2016). Köpük kurutma 1900’lü yıllarda süttten süttozu elde etme amacıyla geliştirilen bir tekniktir. Bununla birlikte endüstriyel üretim potansiyeli taşınması, birçok sıvı veya püre formundaki gıdanın işlenerek dayanıklı hale getirilmesinde kullanımına neden olmuştur. (Dehghannya ve ark., 2019). Köpük kurutma işlemi, sıvı veya yarı-katı gıdaların, köpürtme ajanı ve stabilizatörü kullanılarak karıştırıldıktan sonra elde edilen köpüğün ince bir tabaka şeklinde yayılarak kurutulduğu bir yöntemdir (Khamjae ve Rojanakorn, 2018). Isı transferi, köpükten dolayı büyük hacimli bir gaz tarafından engellense de kurutma sırasında köpük tabakaları patlayarak yeni bir sıvı-gaz ara yüzeyleri oluşturur ve kuruma yüksek hızda devam eder (Sharada, 2013). Bu sebeple diğer kurutma yöntemlerine göre kurutma hızı daha yüksek olmaktadır.

Bu yöntemin bir avantajı vakum, mikrodalga gibi diğer konveksiyonel kurutma metotlarından daha düşük kurutma sıcaklıklarında yapılabilmesidir. Böylece ürün içerisindeki uzaklaşan uçucu bileşenlerin miktarı ve lezzet unsurlarındaki kayıp diğer kurutma metotlarına göre daha az olmaktadır (Muthukumaran ve ark., 2008). Köpük kurutma ile kurutulan ürünler mikrobiyal, kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar açısından yüksek stabilitede olmalarının yanı sıra; yüksek kalitede, yeniden sulandırılabilir porlu (instant) bir yapı kazanırlar (Kadam ve ark., 2011). Bu sebeple köpük kurutmanın gelecek vadede bir kurutma yöntemi olduğu söylenebilir.

2.2.3.1. Köpürtme ajanları

Köpürtme ajanları köpük oluşumunun kolaylaşmasını sağlayan sıvı-sıvı, sıvı-katı arasındaki yüzey gerilimini düşüren yüzey aktif maddelerdir (Koç ve Varhan, 2017). İyi köpürtme ajanları düşük konsantrasyonda hızlı ve etkili stabil köpük oluşumunu sağlamak,

çeşitli gıdalara ait pH aralıklarında ve köpük oluşumunu önleyen yağ, alkol ve tat maddelerinin bulunduğu ortamda etkili bir performans göstermek gibi çeşitli özelliklere sahip olmalıdır (Venkatachalam ve ark., 2014). En yaygın kullanıma sahip köpüklendirme ajanları yumurta albümini, peynir altı suyu proteini, soya proteini ve jelatin gibi protein içeren ajanlardır (Brar, 2018).

Doğal bir protein olan yumurta albümini (yumurta beyazı proteinleri), iyi bir köpürtme özelliği göstermektedir (Sangamithra ve ark., 2015). Köpürtme ve jelleşme özellikleri, fırıncılık alanında sıklıkla kullanılmasını sağlamaktadır (Muthukumaran ve ark., 2008). Yumurta beyazı proteinleri, diğer proteinlere göre daha hızlı denatüre olarak hava-sıvı yüzey gerilimini daha hızlı absorbe eder. Bu nedenle diğer köpürtme ajanları içerisinde çırpma süresi daha kısa olmaktadır (Venkatachalam ve ark., 2014).

Peynir altı suyu proteinleri (PASP), süt proteinlerinin yaklaşık %20'sini ihtiva eden, peynir üretiminde oluşan bir yan üründür (Yerlikaya ve ark., 2010). PASP'ın kıvam artırma, köpürtme, jel oluşumunu güçlendirme, emülsiyon oluşturma, su tutma ve serum ayrılmasını engelleme gibi pek çok fonksiyonel özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Bu yönüyle birçok gıda ürünüde duyuşsal ve tekstürel özellikleri iyileştirmek ve dayanıklılığı arttırmak amacıyla kullanılmaktadır (Mleko ve Gustaw, 2002). Bunun yanında PASP kurutulmuş gıda ürünlerinin oksidasyon reaksiyonlarını da yavaşlatmaktadır.

Bezelye farklı fonksiyonel özellikleri ve yüksek besinsel değerinden dolayı insan tüketiminde kullanılan baklagil familyasına ait protein kaynaklarından biridir. Kurutulmuş bezelyeler karbonhidrat (%35), protein (%27) ve çok az miktarda da lipid içermektedir. Bezelye protein konsantresi ve izolatu iyi bir besinsel kaliteye sahiptir (Temiz ve Yeşilsu, 2006). Bezelye protein izolatu; köpük oluşturuu, jelleştirici, emülsifiye edici, su tutucu ve yağ absorbe edici gibi birçok fonksiyonel özellik gösterir (Johanna, 2013).

2.2.3.2. Köpük stabilizatörleri

Köpük kurutma yönteminin gıdaya uygulanmasındaki en büyük zorluklardan birisi köpük stabilitesinin korunmasıdır. Bu nedenle köpük stabilitesini arttırmak amacıyla köpürtme ajanının yanında köpürtme stabilizatörlerinin de kullanılması gerekir (Karim ve Wai, 1999). Köpük stabilizatörleri, çoğunlukla polisakkarit yapıda olup kararlı bir köpük oluşumunu sağlayan maddelerdir. Köpük kurutma işleminde yüksek kurutma

verimi ve hızına ulaşabilmesi için köpük stabilizatör konsantresi önemlidir (Azizpour ve ark., 2014). Polisakkaritler, aynı zamanda kıvam sağlayıcı ve jelleştirici özellikleri sebebiyle köpük içerisine eklenerek stabiliteyi geliştirirler (Sadahira ve ark., 2016). En çok kullanılan gıda stabilizatörleri arasında karboksimetil selüloz (KMS), ksantan zımkı, arap zımkı, lesitin ve propilen glikol aljinat (PGA) sayılmaktadır.

KMS, glikopiranoz monomerlerine ve bunların karboksimetil gruplarına bağı hidroksil gruplarından oluşan bir selüloz türevi olarak tanımlanır (Sangamithra ve ark., 2015). KMS, gıda sanayisinde köpük oluşumuna sebep olmasından dolayı sıklıkla kullanılmaktadır (Ayten ve Arslan, 2016).

Lesitin, gıdalarda emülgatör olarak sıklıkla kullanılan bir katkı maddesidir. Gıda endüstrisinde besleyici, yumuşatıcı, emülgatör, antioksidan, viskoziteyi azaltıcı vb. olarak yaygın kullanılmaktadır (Çakmakçı ve Çelik, 1994). Ara yüzey stabilize edici etkilerinden dolayı köpük stabilizatörü olarak kullanılmaktadır.

2.3. Bisküvi

Bisküvi atıştırmalık olarak Türkiye’de ve dünyada sıkça tüketilen, çocukların ve yetişkinlerin beğenerek ve günlük her zaman diliminde tüketilebilecek bir üründür. Tahıla dayalı en fazla katma değer girdisi olan ürünlerin başında bisküvi gelmektedir (Önder, 2016). Bisküvinin uzun süre saklanarak bayatlamaması, hoş ve farklı lezzetlerde olması öğün dışı beslenmede atıştırmalık olarak önemli bir yer tutmaktadır (Karaduman, 2013). Bunun sebepleri arasında, hazır gıda maddesi, besin kalitesinin yüksek olması, doyurucu ve ucuz olması gösterilmektedir (Sudha ve ark., 2007). Bununla birlikte bisküvi, sürekli gelişen bir endüstriye ve yükselen ekonomiye sahiptir.

Latince’de “bi costus” ve eski Fransızca’da “bescoit” olan bisküvi kelimesi, sıcak fırında pişirilip kuruması için daha soğuk bir fırında bekletilmesinden dolayı “iki kez pişirilmiş” anlamı taşımaktadır (Ulutürk, 2018).

Türk Standartları Enstitüsü (TSE) bisküviyi, TS 2383 No.lu standardında “Tahıl unu içine kabartıcı, şeker, yemeklik tuz, yemeklik bitkisel yağ ve gerektiğinde süt tozu, yumurta, peynir altı suyu tozu, nişasta, mevzuatında katılmasında izin verilen maddeler ile gerektiğinde çeşni maddeleri katılarak, içilebilir su ile yoğrulduktan sonra, şekil verilip, pişirilerek hazırlanan mamül” olarak tanımlanmıştır (Anonim, 2017).

Bu standarda uymak şartı ile temel ingrediye tler ve eklenen diğ er maddelerle hazırlanan formülasyon değ iş iklikleri ya da yapı m aş amasındaki değ iş ikliklere göre pek

çok bisküvi çeşidi geliştirilebilmektedir (Ulutürk, 2018). Böylece bisküvi, tuz ve şeker ilavesine bağlı olarak çeşitlere, sade ve katkı maddeleri ilavesine göre ise tiplere ayrılarak çeşitlendirilmektedir (Madenci ve Türker, 2011).

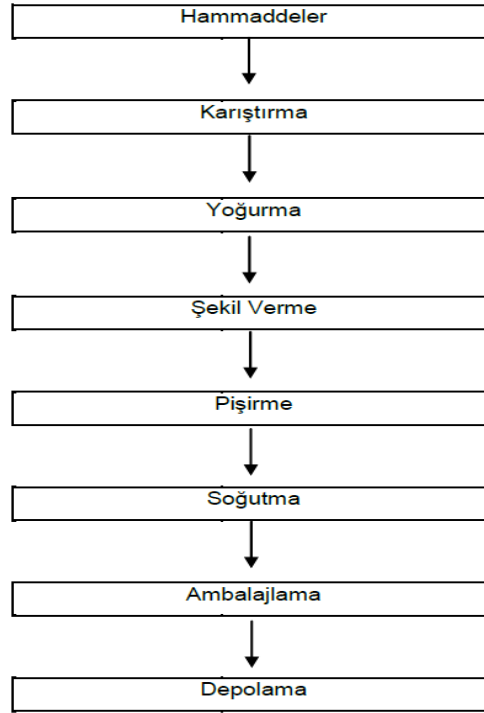
Bisküvi, yüksek oranda şeker ve şortening, düşük oranda da su ihtiva eden bir üründür (Hoseney, 1998). Bisküvi, un, şeker/tuz, yağ, su ve bir takım kimyasal kabartıcıların, bazı aroma ve tekstür sağlayıcı maddelerin de eklenip yoğurularak çeşitli tekstürel şekiller verilerek, tekniğe uygun olarak pişirilmesiyle elde edilir. Doku olarak sert ve kırılgan kıvamlı bir hamurdur (Ayo ve ark., 2007). Bisküvi, besin değeri farklı tahıl lifleri, meyve ve sebze lifleriyle de zenginleştirilebilmektedir (Beğen, 2012).

Bisküvide başlıca üç kalite kriteri aranmaktadır. Bunlar boyut, tekstür ve renktir. Bisküvinin boyutu üzerine etkili olan yayılma oranı hem kalite (Pareyt ve ark., 2008) hem de ambalajlama bakımından önem arz eden bir kriteridir (Hoseney, 1998). Bisküvideki tekstür ise hamur bileşiminde kullanılan yağ ve una bağlı olmaktadır. Bisküvilerde arzu edilen özellikte ve gevrek ürün eldesi, şortening ve yumuşak buğday unu kullanımı ile sağlanmış olmaktadır (Hoseney, 1998).

Bisküvi üretiminde keski hamur, rotatif (döner-kalıp) ve tel kesme hamuru olmak üzere üç farklı hamur kullanılmaktadır (Hoseney, 1998). Rotatif hamurun içeriğinde yüksek miktarda şeker ve şortening yağ ile az miktarda su bulunur. Rotatif hamurların yapısı kolay ufalanmakta ve elastikiyet özelliği göstermemektedir. Bu hamurlarda gluten gelişimi olmamalıdır. Plastik şorteningler kullanılarak hamurun yapışkan yapısı oluşmaktadır. Bu çeşit hamurlardan üretilen bisküviler, düşük su içeriklerinden dolayı pişirme sırasında yayılma göstermezler (Ünal, 1991; Hoseney, 1998). Bisküvilerin iç yapıları sıkı olmakta ve yüzeyleri incedir (Ünal, 1991).

Keski hamurların içeriğinde, rotatif tip hamura kıyasla daha az yağ ve şeker ile daha fazla su bulunmaktadır. Böylece bisküvinin pişirilmesi sırasında yayılma ve deformasyonu önlemek amacıyla hamur yaprak haline getirilerek gluten gelişmektedir (Ünal, 1991; Hoseney 1998).

Tel kesme hamurlar ise diğer tip hamurlarla kıyaslandığında yumuşak, yağlı ve akışkan özelliktedir (Ünal, 1991; Hoseney, 1998; İnkaya, 2008). Bu hamur düzgün, homojen ve yekpare yapısını ve formunu koruyabilmeli ve telin kestiği yerden düzgün bir şekilde ayrılabilmelidir. Bu tip hamurdan üretilen bisküviler pişirme sırasında hafifçe kabarır ve yayılır (Ünal, 1991; Hoseney, 1998). Bisküvi üretim akım şeması Şekil 2.1.'de verilmiştir (Aksoylu, 2012).



Şekil 2. 1. Bisküvi üretim akım şeması

Türkiye’de bisküvi sanayisi son yıllarda gelişme göstermiştir. Bisküvinin çok fazla çeşitte üretilmesinin yanı sıra özellikle son teknoloji ve bilimsel yöntemler uygulanarak kalitelerinin artırılmasıyla son yıllarda bisküviye olan talep giderek artmıştır (Ünal, 1991). Bisküvi sektörü, özellikle ihracata yönelik yatırımların merkezi haline gelmiştir. Aynı zamanda tahıla dayalı unlu mamuller arasında en fazla katma değeri olan sektör olmuştur. Bisküvi endüstrisinin kapasitesi 834.000 ton/yıl olup bunun sadece %60’ı kullanılmaktadır (Duman, 2016).

Ülkemizde kişi başına yılda yaklaşık olarak ortalama 5-6 kg bisküvi tüketilmektedir (Doğan ve Uğur, 2005). Dünyada yaklaşık 15 milyon ton bisküvi üretilmekte olup bisküvi sektörü %3-4 gibi hızla artan büyüme oranına sahiptir. Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de çoğunlukla kentsel bölgelerde çalışan nüfusun artması sonucu bisküvi gibi hazır ve hızlı atıştırmalık ürünler ile öğün dışı beslenme daha yaygın hale gelebilmektedir (Demirel, 2017). Ülkemizde 2011 yılı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, yılda 605 bin ton bisküvi üretilmekte iken, 2019 yılı itibariyle Türkiye’de toplam yaklaşık 759.466 ton bisküvi üretimi gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2021).

2.3. Kek

Kek unlu mamuller endüstrisinin başlıca ürünlerinden biri olmakla beraber kimyasal ve mekaniksel olarak kabartılan, birçok çeşidi bulunan ve sevilerek tüketilen, evlerde de kolaylıkla, çok farklı şekilde ve kısa sürede hazırlanabilen bir unlu mamuldür. Keklerde çeşitlilik çoğunlukla formülasyona eklenen bileşenlerin çeşitlerinin ve miktarlarının ayarlamasıyla gerçekleştirilmektedir (Demir, 2020).

Endüstrideki kek çeşitlerinin ve kek formüllerinin fazla olması nedeniyle kekin tanımını yapmak oldukça zor olmaktadır. Bu sebepten, çok genel bir ifadeyle kek; un, şeker, yağ, yumurta, kabartma tozu, su ya da süt ve tatlandırıcı ilave edilerek elde edilen hamurun pişirilmesiyle oluşan unlu mamul olarak tanımlanabilir (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999a).

Ülkemizde TS 13375 Hazır kekler (sade, çeşnili ve dolgulu) standardında 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 verilmesi ve pişirilmesi suretiyle hazırlanan, ambalajlı olarak tüketime sunulan mamul” şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim, 2008).

Kekler genellikle formülasyondaki bileşenlerine ya da üretim şekillerine (top, kalıp, dilim, pasta altı, baton ve bar gibi) göre sınıflandırılmaktadır. Bununla birlikte hindistan cevizi, zencefil ve tarçın gibi çeşitli baharatlarla yapılan baharatlı kekler, peynir veya krem peynir ilave edilerek yapılan peynirli kekler ve kakao (ya da çikolata çözeltisi) kullanılarak yapılan çikolatalı kekler de mevcuttur (Ergün, 2012).

Yüksek kaliteli bir kekin hacminin yüksek, yapısının simetrik ve tekdüze olması gerekmektedir. Kek iç rengi parlak ve gözenekleri ise düzenli şekilde dağılmalıdır. Bunun yanı sıra kekin düzgün bir kabuk yapısı ve kabuk rengi, güzel bir tadı ve kokusu olmalıdır (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999a). Bu özellikleri içeren bir kek üretimi yapmak için kekin bileşimini oluşturan hammaddeler oldukça önemlidir.

Kek üretiminde yaygın olarak kullanılan başlıca hammaddeler; un, su, süt, yumurta, şeker, yağ, kabartma tozu, vanilya, tuz ve yüzey aktif maddelerdir. Bu hammaddeler üründe tatlandırma, yapı oluşturma ve düzenleme, nemlendirme, kurutma, lezzet sağlama, yumuşatma gibi işlevler sağlamaktadır. Örneğin kek hamurunda; yumurta ve un yapı düzenleyicisi, şeker tatlandırıcı, su ve süt nemlendirici, kabartma maddesi gaz

üreticisi, yüzey aktif maddeler sulu faz içerisinde yağlı maddelerle homojen karışımı sağlama gibi fonksiyonel özellik sağlamaktadır (Lawson, 1995).

Un, kekin kendine özgü tekstürel yapısını ve görünümünü oluşturan ana bileşendir. Kek üretiminde; düşük protein miktarına, kül içeriğine ve alfa-amilaz aktivitesine sahip yumuşak buğday unları kullanılmalıdır (Mercan ve Boyacıoğlu 1999a; Bennion ve Bamford, 1997). Kek üretiminde kullanılacak unun nem değeri genellikle %14, protein içeriği 8.5 ± 0.5 , kül içeriği 0.36 ± 0.04 , pH 4.7 ± 0.2 olmalıdır (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999a).

Şeker, kek yapısının oluşmasında etkili önemli bir bileşen olarak tat ve enerji sağlamaktadır. Şeker ayrıca, kek hamurunun viskozitesini arttırmak ve hava tutma kapasitesini geliştirmek, hamurun karıştırılması esnasında gluten ağ oluşumunu geciktirmek ve kısıtlamak, viskozitesini arttırmak ve hava tutma kapasitesini geliştirmek, keklerin rengine ve lezzet oluşumuna katkısı olan Maillard reaksiyonuna ve karamelizasyona sebep olmaktadır (Wilderjans ve ark., 2013). Pişirme sırasında, şeker oranı yüksek keklerde, şekerin nişasta jelatinizasyon sıcaklığını arttırmasıyla nişastanın jelatinizasyonu gecikmektedir. Jelatinizasyonun gecikmesi kek hamurunun tamamen genişlemesini sağlar. Böylece daha fazla hacimli ve simetrik kekler oluşmaktadır (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999a).

Yumurta, kekin yapısını oluşturma, hacmini, yumuşaklığını ve besin değerini arttırma, lezzet ve renk oluşumunu sağlama gibi pek çok fonksiyona sahiptir. Yumurta proteinlerinden albumin sayesinde kek hamurunun havalanması ve kek yapısının oluşması sağlanmaktadır. Ayrıca yumurta yüksek protein içeriğinden dolayı bağlayıcı madde olarak görev yapmaktadır ve gluten yardımı ile karmaşık bir ağ oluşturmaktadır (Demir, 2020).

Yağ, keklerin raf ömrünün ve muhafaza kalitesinin artırılması, arzu edilen yapı ve aromanın eldesi için tercih edilir. Kek yapımında, istenilen ürün özellikleri için shortening denilen katı ve sıvı yağlar da kullanılabilir (Elgün ve Ertugay, 1995). Yağ; kek içinin gevrekliğine artırır, kek hacmini yükseltir, kek kabuk ve iç yapısının oluşumunu sağlar. Aynı zamanda ürünün nem kaybını önler ve ürün tazeliğini koruyarak raf ömrünü uzatır (Hoseney, 1986).

Kabartma tozu, kekta karakteristik iç yapının oluşmasına katkı sağlamaktadır. Kabartma tozu kimyasal faaliyeti sonucunda kek hamur içerisinde küçük karbondioksit kabarcıkları oluşturarak kekin kabarmasına katkı sağlar. Ayrıca kabarma ile gözenekli bir

yapıya sahip olma, karakteristik bir şekilde hafifleme, daha lezzetli ve hazmı kolay bir ürün elde edilmektedir (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999a).

Su, kek formülünde tüm bileşenlerin dağılmasını sağlamaktadır. Ayrıca kek hamurunun yoğunluğunu ve sıcaklığını düzenleyerek kabartma tozunun reaksiyon oluşturmalarını sağlar. Dolayısıyla kekin yapısının gelişmesine katkı sağlamış olur (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999b). Unlu mamullerde yaygın olarak kullanılan yağsız süt tozu ise kek hamurundaki hava kabarcıklarının büyüklüğünü ve stabilitesini etkilemektedir (Mercan ve Boyacıoğlu 1999a).

Kek hamuruna ilave edilen katkı maddeleri, kekin fiziksel ve kimyasal yapısını düzenlemektedir. Böylece hacmi yüksek, istenilen görünümde ve homojen gözenek yapısında kekler üretilebilmektedir (İpek, 2017).

Fonksiyonel bileşenler kullanılan unlu mamuller ve keklerin tüketimiyle insan sağlığı açısından yararlı bileşenler de vücuda alınmış olur (Meral ve Doğan, 2009).

Keklerin tüketici tarafından sıklıkla tercih edilmesinin sebepleri arasında; lezzetli ve doyurucu olması, herkes tarafından ulaşılabilen bir hazır gıda olması, organoleptik özelliklerinin iyi olması, farklı çeşit ve lezzette üretilebildiğinden her çeşit tüketiciye hitap etmesi olarak sıralanabilir (Gözükara, 2013; Tuna, 2015).

2.4. Balkabağı Tozu Katkılı Tahıl Ürünleri Üzerine Yapılan Çalışmalar

Balkabağı zengin bileşimi sayesinde gerek toz gerekse püre halinde pek çok tahıl ürününe katkılanarak bilimsel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaların birinde; Ptitchkina ve ark. (1998), balkabağı ununun ekmeğin hacmi, gözenek dağılımı ve duysal özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Ekmek üretiminde 1 kg buğday unu ve 0, 5, 10, 25 ve 50 g balkabağı tozu kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, balkabağı ununun ekmek hacminde artış ve ekmekte homojen bir gözenek yapı oluşumunu teşvik ettiği gözlenmiştir (Ptitchkina ve ark., 1998).

Bir başka çalışmada %3, 6, 9, 12 ve 15 oranlarında balkabağı tozu, sert yuvarlak ekmeklere ilave edilmiştir. Balkabağı tozu ile üretilmiş ekmeklerin, nem miktarı, ağırlık kaybı, spesifik hacim, renk, tekstürel ve duysal özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, balkabağı tozu içeren ekmeklerin kalite özelliklerinin kontrol örneğine kıyasla daha iyi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kabul edilebilir fiziksel ve duysal özelliklerin %6 ve %9 oranında balkabağı tozu içeren örnekler olduğu saptanmıştır (Lee ve ark., 2008).

Polat (2007), buğday ununa %0, 1, 2, 3 ve 4 oranında balkabağı tozu ikame ederek ekmek üretmiş ve elde edilen ekmeklerde hacim değişimi olmaksızın, balkabağı tozu katkısının ekmeklerin daha sıkı yapılı olmasına sebep olduğunu saptamıştır. Ayrıca balkabağı tozu ilavesinin ekmeğin bayatlaması üzerine etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Aynı çalışmada ekmek için renk analizi sonucunda balkabağı tozu oranının artışına bağlı olarak L* değerinde azalma, a* değerinde ise artış olduğu gözlenmiştir.

Lee ve ark. (2002) çalışmasında, kızartılmış instant erişteye %0, 2,5, 5 ve 10 oranlarında balkabağı tozu eklemiştir. Sonuç olarak, %5 balkabağı tozu içeren eriştelerin görünüş, tat, tekstür ve kabul edilebilirliğinin daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

Pongjanta ve ark. (2006) çalışmalarında %10, 20, 30, 40 ve 50 oranlarında balkabağı unu ilavesi ile sandviç ekmeği, tatlı ekmek, kek ve bisküvi üretmişlerdir. Optimum balkabağı unu oranının, kek üretimi için %20, sandviç ekmeği, tatlı ekmek ve bisküvi için %10 olduğunu belirlemişlerdir.

Türksoy ve Özkaya (2011) çalışmalarında balkabağı posası unu ilavesi ile bisküvi üretmişler ve bisküvinin kimyasal, fiziksel, tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda balkabağı posası ununun bisküvilerde fonksiyonel bileşen olarak kullanılabileceğini ve bisküvilerin besinsel özelliklerini geliştirdiği bulunmuştur.

Aydın (2014) iki farklı yöntem ve iki farklı kurutma uygulamasıyla balkabağı unu elde etmiştir. Balkabağı unu %10, 20 ve 30 oranında buğday unu yerine ikame edilmiş ve bisküvi kalitesi ile bileşimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Balkabağı unu oranının artışıyla, bisküvilerin diyet lif oranlarında artış gözlenmiştir. Ayrıca karbonhidrat ve enerji değerlerinde azalış olduğu tespit edilmiştir. Balkabağı unu ilavesinin, bisküvilerin fenolik madde, antioksidan aktivite ve biyoalınabilirliklerini yükselttiği belirlenmiştir. Sonuç olarak balkabağı ununun, diyet lif miktarını, antioksidan aktiviteyi, fenolik madde içeriğini ve biyoalınabilirliği arttırıcı fonksiyonel bir katkı olabileceği, unlu mamüller gibi pek çok gıdalarda kullanılmasının uygun olduğu bildirilmiştir.

Kılıcı (2019), balkabağı lifi ve şeker pancarı lifinin erişte kalitesi üzerine etkisini araştırmıştır. Balkabağı lifi erişte formülasyonuna %2, 4, 6, 8 ve 10 oranlarında ilave edilerek eriştelerin pişme özellikleri ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda eriştelerin optimum pişme süresi, su absorpsiyonu, hacim artışı balkabağı lifi ilavesiyle azalırken, pişme kaybı artmıştır. %8 oranına kadar ilave edilen balkabağı lifi hem pişme özellikleri hem de duyuşal özellik (renk, tat-koku, görünüş, sıklık,

yapışkanlık, toplam kabul edilebilirlik) bakımından kabul edilebilir şekilde değerlendirilmiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada balkabağı tozu üretiminde Seydişehir’de yetiştirilen ve üreticiden direkt olarak temin edilen *Cucurbita moschata* türü balkabağı kullanılmıştır. Bisküvi üretimi, bisküvilik yumuşak buğday unu ile gerçekleştirilmiştir. Bisküvi formülasyonundaki diğer bileşenler (pudra şekeri, yağsız süt tozu, tuz, kabartma tozu, vanilya, şortening) ve kek formülasyonunda yer alan un ve diğer bileşenler (şortening, şeker, yumurta, mısır nişastası, yağsız süt tozu, kabartma tozu, tuz ve SSL) Konya piyasasından temin edilmiştir. Yumurta ve şortening üretiminin yapılacağı gün taze olarak satın alınmış, kullanılabilecek kadar buzdolabı koşullarında 4°C’de muhafaza edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme deseni

İki farklı yöntemle (köpük kurutma ve konvektif kurutma) kurutulup öğütülerek toz haline getirilen balkabağı, 5 farklı oranda (%0, 5, 10, 15 ve 20) un yerine ikame edilerek bisküvi üretiminde ve yine 3 farklı oranda (%0, 15, 30) un yerine ikame edilerek kek üretiminde kullanılmıştır. Tüm denemeler, iki tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Denemeler %100 buğday unu ile üretilen kontrol örneğine karşılık, (2 x 5) x 2 faktöriyel bisküvi, (2 x 3) x 2 faktöriyel kek deneme desenine göre yürütülmüştür.

3.2.2. Balkabağı tozu üretimi

Balkabağı tozu üretiminde iki farklı yöntem (köpük kurutma ve konvektif kurutma) uygulanmıştır.

Balkabağının dış kabukları bıçak yardımıyla soyularak, çekirdekleri ayrıldıktan sonra meyve eti dilimler halinde kesilmiştir. Haşlanarak püre haline getirilen balkabağı kullanımına kadar -18°C’de muhafaza edilmiştir. Köpük oluşumu için üç farklı köpürtme ajanı (yumurta akı tozu, peynir altı suyu proteini ve bezelye proteini) ve iki farklı köpük

stabilizatörü (karboksimetil selüloz ve lesitin) kullanılmıştır. Köpük oluşturmak amacıyla 100 g balkabağı püresi içerisine ön denemeye belirlenen konsantrasyonda köpürtme ajanı ve köpük stabilizatörü ilave edildikten sonra mikserde (Arzum AR1028, China) 3 hızında ve 6 dakika çırpılmıştır. Cam levhalara 1,5 mm serme kalınlığı ile yayılarak köpük kurutma işlemi uygulanmıştır. Kurutma öncesi serme işlemi ayarlanabilir film uygulayıcı (BGD 200/4, China) ile yapılmıştır. Kurutma 50°C’de 120dk, 60°C’de 110dk ve 70°C’de 80 dk gerçekleştirilmiştir. Kontrol olarak köpük kurutma için belirlenen şartlarda (yayma kalınlığı ve kurutma sıcaklığı) doğal formda kurutulmuş balkabağı tozları üretilmiştir. Kurutma prosesi 2 m/s hava hızında tepsili kurutucuda (Eksis/Isparta) gerçekleştirilmiştir. Kurutulan örnekler, laboratuvar tipi bir öğütücü (Alveo, Konya, Türkiye) ile 500 µ elekten geçecek şekilde öğütülüp meyve tozu haline getirilmiştir. Elde edilen örnekler, kullanılıncaya kadar hava almayan kilitli poşetlerde soğutucuda +4 °C’de muhafaza edilmiştir.

3.2.3. Bisküvi üretimi

Bisküvi üretiminde AACC Standart No:10-54 üretim metodu modifiye edilerek kullanılmıştır. Bisküvi formülasyonunda kullanılan ingrediyeantler ve miktarları Çizelge 3.1’de verilmektedir.

Çizelge 3. 1. Bisküvi formülasyonu

Bileşen	Miktar (g)
Buğday unu	100
Pudra şekeri	45
Şortening	40
Yağsız süt tozu	1
Tuz	1.25
Kabartma tozu	2
Vanilya	0.5
Su	15 (ml)

Balkabağı tozu ikameli bisküvi üretiminde; kurutulmuş meyve tozları, buğday unu ağırlığının %0, 5, 10, 15 ve 20 olacak şekilde beş farklı oranda, formülasyonda kullanılmıştır. Tüm bileşenler mikserde (Kenwood KMX, Kenwood Ltd., İngiltere) 8 dakika yoğrulmuş, elde edilen hamur açılarak kesme kalıbıyla kesildikten sonra bisküvilere nihai şekli verilmiştir. Bisküviler alüminyum tepsilerde, 140±2°C sıcaklıktaki fırında (Fimak FSET4, Türkiye) 23 dakikada pişirilmiştir.

3.2.4. Kek üretimi

Levent ve Bilgiçli (2013)'nin kek üretim metodu modifiye edilerek, Çizelge 3.2.'de belirtilen formülasyon ile üretimler yapılmıştır.

Yumurta ile şeker mikserde (Kenwood KMX, Kenwood Ltd., İngiltere) çırpılıp krema görüntüsü aldıktan sonra şortening ilave edilerek homojen bir karışım elde edilene kadar çırpılmaya devam edilmiştir. Ardından, diğer tüm bileşenler de karışıma eklenip tekrar çırpılmış ve kek hamuru hazırlanmıştır. Balkabağı tozu ikameli kek üretiminde ise; kurutulmuş meyve tozları, buğday unu ağırlığının %0, 15 ve 30 olacak şekilde üç farklı oranda, formülasyonda kullanılmıştır. Kek hamuru eşit boyuttaki kalıplara döküldükten sonra 160°C sıcaklıkta 40 dakika süreyle fırında (Fimak FSET4, Türkiye) pişirilmiştir.

Çizelge 3. 2. Kek formülasyonu

Bileşen	Miktar (g)
Buğday unu	100
Shortening	75
Şeker	75
Yumurta	75
Mısır Nişastası	10
Yağsız süt tozu	5
Kabartma tozu	4.5
Tuz	0.5
SSL	0.5
Su	40 (ml)

3.2.5. Hammadde ve ürünlerdeki fiziksel analizler

3.2.5.1. Renk ölçümü

Hammadde, bisküvi ve kek örneklerinin renk değerleri Minolta CR-400 (Konica Minolta, Inc., Osaka, Japonya) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Hammaddelerin renk değerleri granül formda belirlenirken, bisküvi ve kek örneklerinde yüzeyin 5 noktasından renk ölçümü yapılmıştır. Ölçüm sonucunda L* (0, karanlık; 100, aydınlık), a* (-a*, yeşil; + a*, kırmızı) ve b* (-b*, mavi; +b*, sarı) değerleri belirlenmiştir. Bulunan bu değerlerden balkabağı tozu örneklerinin ton açısı değeri arctan (b*/a*) formülü ile doygunluk değeri ise $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$ formülü ile hesaplanmıştır (Francis, 1998).

Esmerleşme indeksi: Balkabağı tozu örneklerinin esmerleşme indeksi Şahin ve ark. (2009) tarafından uygulanan yöntemle spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Analiz için öncelikle 1 g örnek tartılıp üzerine 50 ml saf su ilave edilmiştir. Örnekler 1

saat bekletildikten sonra (10 dakika, 10.000 RCF) santrifüj edilmiştir. Daha sonra örnekler 0.5 ml %40'lık asetik asit eklenip Spektrofotometrede (420 nm) absorbansları okunmuştur.

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 örnekleri için 3 noktalı kırma probu ve kek örnekleri için 36 mm silindir prob kullanılmıştır. AACC Standart Metot No: 74-09 (AACC, 1990) yöntemine göre bisküvilerin sertliği belirlenmiştir. Kek dilimlerinin sertliği Bilgiçli ve Levent (2013) tarafından belirtilen metoda uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.6. Hammadde ve ürünlerdeki kimyasal analizler

3.2.6.1. Nem tayini

Hammadde, bisküvi ve kek örneklerinin nem miktarları AACC 44-19'a göre gerçekleştirilmiştir. Etüvde (Nüve KD 200, Türkiye) sabit tartıma getirilmiş olan kurutma kaplarına, hammadde, bisküvi ve kek örneklerinden yaklaşık 5 ± 1 mg örnek tartılmıştır. 135°C'de 2.5 saat kurutma işlemi yapılmıştır (AACC, 1990).

3.2.6.2. Kül miktarı tayini

Hammadde, bisküvi ve kek örneklerinin kül miktarları, 550°C'de kül fırınında yakılarak AACC 08- 01'ye göre belirlenmiştir (AACC, 1990).

3.2.6.3. Ham protein miktarı tayini

Hammadde, bisküvi ve kek örneklerinin ham protein değerleri, AACC 46-12'deki metoda göre Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar kuru madde esasına göre % olarak verilmiştir (AACC, 1990). Protein miktarı hesaplamasında un için 5.70 faktörü kullanılırken, diğer hammadde, bisküvi ve kek örnekleri için 6.25 kullanılmıştır.

3.2.6.4. Ham yağ tayini

Hammaddelerin ham yağ içeriklerinde 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 edilerek solvent uzaklaştırılmış ve elde edilen yağ miktarlarından % ham yağ hesaplanmıştır.

3.2.6.5. Mineral madde tayini

Hammadde, bisküvi ve kek örneklerinin Ca, Mg, K, P, Fe ve Zn elementlerinin tayininde 0.5 g kuru örnek, 10 ml HNO₃ + H₂SO₄ kullanılarak mikrodalgada (Mars 5, CEM Corporation, USA) yağ yakma metodu ile yakılmıştır. Elde edilen süzüntülerin mineral madde içerikleri ise ICP-AES (inductively-coupled plasma spectrometer) cihazında tayin edilmiştir (Skujins, 1998).

3.2.6.6. Toplam fenolik madde tayini

Örneklerin toplam fenolik madde miktarları Folin Ciocalteu metodu ile spektroskopik olarak belirlenmiştir. Bütün örnekler (4 g), asitlendirilmiş metanol (HCl /metanol /su, 1: 80: 10, v/v) içerisinde (20 ml), 2 saat süre ile bir çalkalamalı su banyosunda (24±1°C) çalkalanarak sonrasında santrifüj (3000 rpm, 10 dk) edilmiştir. Daha sonra elde edilen supernatantın toplam fenolik madde içeriği belirlenmiştir (Gao ve ark., 2002; Beta ve ark., 2005). Analizde deney tüpüne, supernatant (0.1 ml), Folin Ciocalteu reaktifi (0.5 ml) (%10'luk, h/h, suda) ve sodyum karbonat çözeltisi (1.5 ml) (%20'lik, a/h, suda) eklenerek karıştırılmış ve 2 saat boyunca oda sıcaklığında (24±1°C) inkübe edilmiştir. Ardından çözeltilerin absorbans değerleri spektrofotometrede (760 nm) (Libra S60, Biochrom Ltd., Cambridge, England) okunarak hammadde ve örneklerin toplam fenolik madde miktarı µg GAE/g olarak tespit edilmiştir (Gamez-Meza ve ark., 1999).

3.2.6.7. Antioksidan aktivite tayini

Balkabağı tozu örneklerinin antioksidan aktivitesi, Tontul ve Topuz (2017) tarafından uygulanan metoda göre belirlenmiştir. Bunun için tartılan 2g örneğin üzerine 20 ml etanol (%80) ilave edilmiştir. Örnekler 40 °C'de 2 saat su banyosunda inkübe

edilmiştir. Daha sonra örnekler filtre kağıdı ile süzölmüştür. Ekstraksiyon çözeltisi ile balkabağı tozları 5 kat seyreltilmiştir. 0.05 ml seyreltilmiş örnekler üzerine 0.95 ml DPPH (2-2-Diphenyl-2-picrylhydrazyl) eklenmiş ve vortekslenmiştir. Örnekler 30 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Ardından örneklerin spektrofotometrede 517 nm’de absorbansları okunmuştur. Balkabağı örneklerinin antioksidan aktivitesi köre karşı absorbans farkları kullanılıp, farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış troloks ile elde edilen eğri yardımıyla mg troloks eşdeğeri antioksidan aktivite (TEAA)/kg km cinsinden hesaplanmıştır.

Hammadde, bisküvi ve kek örneklerinin antioksidan aktivite miktarları, DPPH yöntemine göre belirlenmiştir (Gyamfi ve ark., 1999; Beta ve ark., 2005). Analizde örneklerin ekstraksiyonu, toplam fenolik madde miktarı tayinindeki gibi yapılmış ve sonrasında DPPH ilave edilmiştir. Spektrofotometrede absorbans (517 nm) değerleri okunmuştur. Analizin hesaplanması ise aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = [(Abskontrol - Absörnek) / Abskontrol] \times 100$$

3.2.6.8. Toplam karotenoid miktarı tayini

Toplam karotenoid miktarı Melendez-Martinez ve ark. (2007) tarafından uygulanan metodun modifiye edilmesi ile spektrofotometrik yöntemle göre belirlenmiştir. Bu amaçla 2 g örnek 10 ml ekstraksiyon çözeltisi ile (Hekzan/aseton/metanol, 50:25:25 h/h, %0,1 BHT) 10000 d/dk hızda, 4 °C’de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası berrak kısım tekrar ekstraksiyon çözeltisi ile 20 kat seyreltilmiştir. Elde edilen ürünlerin ekstraksiyon çözeltisine karşı 450 nm dalga boyunda spektrofotometrede absorbans değerleri okunarak, ürünlerin toplam karotenoid içerikleri aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam karotenoid içeriği (mg/100g KM)} = ((Abs \times Sf)/2500) \times 1000$$

Sf, örneklerin seyreltme faktörünü, Abs örneklerin absorbans değerlerini belirtmektedir.

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 yayılma oranı ise bisküvi çapının kalınlığa 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).

3.2.9. Duyusal analiz

Bisküvi ve kek örneklerinin duyusal analizinde, Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümündeki öğretim elemanları, yüksek lisans ve doktora öğrencilerinden oluşan yaşları 25-55 arasında değişen 10 panelist 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 bisküvi örnekleri için 1-7 arasında, 1-kötü, 4-kabul edilebilir ve 7-oldukça iyi olacak şekilde, kek örnekleri için 1-5 arasında yapılmış ve sonuçta elde edilen verilerin tümü ortak değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

3.2.10. İstatistikî analizler

Denemeler 2 tekerrürlü yapılmış ve istatistikî analizinde JMP istatistik programı, 14.3.0 versiyonu (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) kullanılmıştır. Araştırma sonunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuştur. Farklılıkları istatistikî olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları balkabağı tozu örnekleri için Duncan, bisküvi ve kek örneklerinde HSD Tukey çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Balkabağı Kurutma Sonuçları

Belirlenen en uygun şartlarda elde edilen balkabağı püresi içerisine köpük oluşumu için üç farklı köpürtme ajanı (yumurta akı tozu, peyniraltı suyu proteini ve bezelye proteini) ve iki farklı köpük stabilizatör (karboksimetil selüloz ve lesitin) kullanılarak köpük forma dönüştürüldükten sonra 1.5 mm serme kalınlığı ve üç farklı kurutma sıcaklığında (50, 60, 70°C) tepsili kurutucuda 2 m/s hava hızında kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada köpürtme olmaksızın aynı şartlarda doğrudan kurutma çalışmaları da gerçekleştirilmiştir. Köpük kurutma ve doğrudan kurutma ile toz ürün elde edilmiştir. Köpük kurutma ile üretilen balkabağı tozlarında nem miktarı, renk, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde miktarı ve toplam karotenoid madde miktarı analizleri yapılmıştır. Bu bölümde yapılan analizler sonucunda oluşan değerler yorumlanmıştır.

4.1.1. Renk

Köpük kurutma işleminin sonunda elde edilen balkabağı tozlarının L^* değeri, a^* değeri, b^* değeri, ton açısı, doymunluk, esmerleşme indeksi değerleri Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Balkabağı tozlarının L^* değerleri 72.11-79.31, a^* değerleri 15.07-23.33, b^* değerleri 55.27-63.14, ton açısı değerleri 68.91-75.09, doymunluk değerleri 57.29-67.55 ve esmerleşme indeksi değerleri 132.85-170.21 aralığında belirlenmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre kurutma sıcaklığı tüm renk değerleri üzerinde önemli düzeyde (L^* , a^* , ton açısı, doymunluk ve esmerleşme indeksi değerleri $p<0.01$, b^* değeri ise $p<0.05$ düzeyinde) etki göstermiştir. Köpürtme ajanı sadece L^* , b^* ve doymunluk değerlerini $p<0.05$ düzeyinde etkilemiştir. Köpük stabilizatörü L^* , a^* , ton açısı ve esmerleşme indeksi üzerinde istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde etki göstermiştir. (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.3’te farklı köpürtme ajanı ve stabilizatörleri kullanılıp farklı sıcaklıkta kurutularak elde edilen kurutulmuş balkabağı tozlarının renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları verilmiştir. Kurutma sıcaklığının L^* değeri üzerine etkisi incelendiğinde sıcaklık arttıkça L^* değerinde azalma gözlenmiş olup en yüksek L^* değeri 50 °C’de kurutulan örneklerde gözlenmiştir. Bu çalışmaya benzer şekilde yapılan

bir çalışmada yacon suyuna uygulanan köpük kurutma sonucunda L^* değerinin kurutma sıcaklığından etkilendiği ve kuruma sıcaklığı arttıkça L^* değerinin azaldığı rapor edilmiştir (Franco ve ark., 2016) Yüksek sıcaklıklarda parlaklık değerinin azalması Maillard reaksiyonu hızının artmasından kaynaklanmaktadır (Niamnuy ve ark., 2007). Köpürtme ajanı ve köpük stabilizatörü olarak yumurta akı tozu ve karboksimetil selüloz (KMS) kullanılması diğer ajanlara kıyasla daha yüksek L^* değeri sağlamıştır.

Kurutma sıcaklığının a^* değeri üzerine etkisi incelendiğinde sıcaklığın artması ile a^* değerlerinde bir artış meydana gelmiştir. Köpürtme ajanı çeşitlerinin a^* değerine etkisi istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Köpük stabilizatörü olarak lesitin kullanımı KMS'ye göre önemli düzeyde yüksek a^* değeri sağlamıştır.

Kurutma sıcaklığının b^* değerine etkisi her üç sıcaklık için istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Köpürtme ajanları çeşitleri içerisinde ise yumurta akı tozu diğer iki ajana kıyasla daha yüksek b^* değeri elde edilmesine neden olmuştur. Köpük stabilizatörlerinin b^* değeri üzerine etkisi incelendiğinde iki stabilizatörün değerleri istatistiksel olarak benzer bulunmuştur.

Farklı sıcaklıklarda kurutulan balkabağı tozlarının ton açısı değeri en yüksek 50°C 'de belirlenmiştir. Sıcaklık artışı ile ton açısı değerinde azalma meydana gelmiştir. Köpürtme ajanı çeşitlerinin ton açısı değerine etkisi istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Köpük stabilizatörlerinin ton açısı değeri üzerine etkisi incelendiğinde ise KMS kullanımı lesitine göre yüksek ton açısı değeri sağlamıştır.

Farklı sıcaklıklarda kurutulan balkabağı tozlarının doygunluk değeri en yüksek 70 kurutma sıcaklığında belirlenmiş olup diğer iki sıcaklıktaki değerler istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada köpük kurutma ile kurutulan gac meyvesi tozlarının kurutma sıcaklığının artması ile doygunluk değerinin arttığı, en yüksek doygunluk değerine yüksek sıcaklıkta kurutulan toz ürünün sahip olduğu tespit edilmiştir (Auisakchaiyoung, ve Rojanakorn, 2015). Köpük stabilizatörlerindeki değişim doygunluk üzerinde önemli bir farklılığa sebep olmamıştır.

Kurutma sıcaklığının esmerleşme indeksine etkisi değerlendirildiğinde sıcaklığın artması ile esmerleşme indeksinde artış tespit edilmiştir. Bu durumun yüksek sıcaklıklarda Maillard reaksiyonunun hızındaki artışa paralel olarak esmerleşme indeksinin artış göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Köpürtme ajanı çeşitlerinin esmerleşme indeksi değerine etkisi istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Köpük stabilizatörlerinde ise lesitin KMS'ye göre daha yüksek esmerleşme indeksine neden olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. 1. Farklı sıcaklık ve köpürtme ajanları ile üretilen balkabağı tozlarının renk değerleri¹

Sıcaklık (°C)	Köpürtme	L*	a*	b*	Ton Açısı	Doygunluk	Esmerleşme İndeksi
50°C	YAT ² +KMS ³	79.31±0.28	16.81±0.06	62.98±1.06	75.09±0.19	65.19±1.04	150.85±4.90
	YAT+Lesitin	76.20±0.69	21.94±4.62	63.14±0.45	71.47±2.85	67.55±2.84	166.13±7.99
	PASP ⁴ +KMS	76.87±1.80	15.36±2.19	56.30±2.74	74.81±1.37	58.37±3.22	132.85±6.61
	PASP+Lesitin	76.65±1.57	15.65±1.33	56.53±2.72	74.58±0.54	58.66±2.98	134.97±14.94
	BP ⁵ +KMS	74.65±0.96	15.07±0.72	55.27±2.13	74.80±0.15	57.29±2.24	135.20±5.47
	BP+Lesitin	75.06±1.85	15.29±1.38	57.65±1.29	75.00±0.96	59.65±1.60	143.07±11.78
60°C	YAT+KMS	78.43±0.63	16.48±0.19	58.23±0.94	74.24±0.42	60.52±0.85	136.31±1.30
	YAT+Lesitin	76.01±1.81	16.41±0.16	57.42±1.17	74.09±0.45	59.72±1.07	140.18±1.18
	PASP+KMS	76.06±0.61	17.80±0.70	58.33±1.75	73.06±0.14	60.99±1.87	144.75±5.10
	PASP+Lesitin	72.11±0.87	23.10±0.58	60.06±0.98	69.00±0.79	64.35±0.70	170.21±0.27
	BP+KMS	72.12±1.68	20.74±1.21	58.93±0.03	70.66±1.06	62.48±0.37	163.17±7.21
	BP+Lesitin	72.84±0.19	20.54±0.63	58.51±2.10	70.69±0.10	62.01±2.19	158.60±9.73
70°C	YAT+KMS	74.62±0.42	23.16±0.73	60.43±2.08	69.06±0.06	64.72±2.20	162.55±10.40
	YAT+Lesitin	74.83±0.62	23.00±0.59	61.18±0.38	69.44±0.37	65.36±0.57	164.53±4.31
	PASP+KMS	73.55±0.27	23.33±0.42	60.38±0.16	68.91±0.40	64.73±0.00	166.15±0.72
	PASP+Lesitin	73.84±0.45	22.77±0.41	59.59±1.37	69.12±0.09	63.80±1.43	161.53±7.41
	BP+KMS	72.67±0.00	20.90±0.15	58.33±0.96	70.32±0.17	61.96±0.95	158.70±3.98
	BP+Lesitin	72.43±0.38	20.90±0.39	57.83±0.56	70.17±0.52	61.50±0.39	157.53±0.52

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²YAT: Yumurta akı tozu, ³KMS: Karboksimetil selüloz,⁴PASP: Peyniraltı suyu proteini, ⁵BP: Bezelye proteini

Çizelge 4. 2. Balkabağı tozlarının renk değerlerine ait varyans analiz tablosu¹

Varyasyon Kaynakları	SD	L*		a*		b*		Ton Açısı		Doygunluk		Esmerleşme İndeksi	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kurutma sıcaklığı (S)	2	24.41	22.81**	96.46	50.39**	4.11	1.82*	69.77	89.58**	21.74	7.11**	972.22	19.50**
Köpürtme ajanı (A)	2	32.16	30.06**	2.23	1.17ns	25.27	11.17**	1.29	1.66ns	28.55	9.33**	8.55	0.17ns
Köpük stabilizatörü (K)	1	7.70	7.20*	11.00	5.74*	0.84	0.37ns	5.76	7.40*	4.50	1.47ns	237.42	4.76*
S*A	4	2.26	2.11ns	24.11	12.60**	21.50	9.50**	9.25	11.88**	36.81	12.03**	649.65	13.03**
S*K	2	2.92	2.73ns	4.11	2.15ns	0.95	0.42ns	2.05	2.64ns	2.77	0.91ns	92.38	1.85ns
A*K	2	3.51	3.28ns	2.72	1.42ns	0.17	0.08ns	1.84	2.37ns	0.14	0.05ns	44.37	0.89ns
S*A*K	4	2.87	2.68ns	7.55	3.95*	1.98	0.87ns	4.15	5.33**	3.65	1.19ns	125.00	2.51ns
Hata	18	1.07		1.91		2.26		0.78		3.06		49.87	

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

Çizelge 4. 3. Balkabağı tozlarının renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Varyasyon Kaynakları		L*	a*	b*	Ton Açısı	Doygunluk	Esmerleşme İndeksi
Sıcaklık	50°C	76.46±0.54a	16.69±0.87c	58.65±1.05a	74.32±0.49a	61.12±1.27b	143.84±4.05c
	60°C	74.60±0.76b	19.18±0.76b	58.58±0.37a	71.96±0.60b	61.68±0.54b	152.20±3.94b
	70°C	73.65±0.28c	22.34±0.33a	59.62±0.43a	69.50±0.18c	63.68±0.51a	161.83±1.53a
Köpürtme Ajanı	Yumurta akı tozu	76.57±0.56a	19.63±1.02a	60.56±0.70a	72.23±0.76a	63.84±0.91a	153.43±3.80a
	Peynir altı suyu proteini izolatu	74.85±0.58b	19.67±1.08a	58.53±0.63b	71.58±0.81a	61.82±0.91b	151.74±4.78a
	Bezelye protein izolatu	73.30±0.41c	18.91±0.82a	57.75±0.47b	71.97±0.66a	60.81±0.63b	152.71±3.41a
Köpük Stabilizatörü	Karboksimetil selüloz	75.37±0.59a	18.85±0.76b	58.80±0.59a	72.33±0.60a	61.80±0.71a	150.06±3.18b
	Lesitin	74.44±0.44b	19.96±0.80a	59.10±0.54a	71.53±0.59b	62.51±0.74a	155.19±3.20a

¹Farklı harflerle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

4.1.2. Nem miktarı

Köpük kurutma işleminin sonucunda elde edilen balkabağı tozlarının nem miktarları Çizelge 4.4’de verilmiştir. Balkabağı tozu örneklerinin nem miktarının 1.35-3.14 g/100g değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Balkabağı tozlarının nem miktarı dar bir aralıkta değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 4. Farklı sıcaklık ve köpürtme ajanları ile üretilen balkabağı tozlarının nem miktarı değerleri (g/100g)¹

Sıcaklık(°C)	Köpürtme Ajanları	Nem Miktarı
50°C	YAT ² +KMS ³	3.14±0.34
	YAT+Lesitin	2.64±0.21
	PASP ⁴ +KMS	1.66±0.72
	PASP+Lesitin	1.99±0.44
	BP ⁵ +KMS	2.67±0.23
	BP+Lesitin	1.91±0.50
60°C	YAT+KMS	1.55±0.27
	YAT+Lesitin	1.43±0.69
	PASP+KMS	1.35±0.85
	PASP+Lesitin	1.76±0.28
	BP+KMS	2.20±1.18
	BP+Lesitin	1.57±0.71
70°C	YAT+KMS	1.74±0.81
	YAT+Lesitin	1.52±0.44
	PASP+KMS	1.70±0.63
	PASP+Lesitin	2.20±0.21
	BP+KMS	2.52±0.34
	BP+Lesitin	1.74±0.81

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²YAT: Yumurta akı tozu,

³KMS: Karboksimetil selüloz, ⁴PASP: Peyniraltı suyu protein, ⁵BP: Bezelye proteini

Çizelge 4.5’de görüldüğü üzere balkabağı tozlarının nem miktarını sadece kurutma sıcaklığı p<0.01 düzeyinde etkilemiştir.

Çizelge 4. 5. Balkabağı tozlarının nem miktarı değerlerine ait varyans analiz tablosu¹

Varyasyon Kaynakları	SD	Nem	
		KO	F
Kurutma sıcaklığı (S)	2	1.43	3.79**
Köpürtme ajanı (A)	2	0.94	2.47ns
Köpük stabilizatörü (K)	1	1.15	0.40ns
S*A	4	0.47	1.25ns
S*K	2	0.09	0.23ns
A*K	2	0.44	1.15ns
S*A*K	4	0.16	0.42ns
Hata	18	0.38	

¹**p<0,01 önemli, ns: önemsiz

Farklı köpürtme ajanı ve köpük stabilizatörleri kullanılıp farklı sıcaklıkta kurutularak elde edilen tozların nem miktarlarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir. 50°C de kurutulan balkabağı tozunun nem miktarı 60 °C’de olana göre istatistiki olarak önemli düzeyde yüksek olarak tespit edilmiştir. Franco ve ark., (2016) üç farklı sıcaklıkta (50 °C, 60°C ve 70°C) köpük kurutulmuş yacon suyu tozlarının nem miktarı sonuçlarında sıcaklığın artmasıyla nem değeri düştüğünü tespit etmişlerdir. Dolayısıyla en yüksek nem değerine sahip örneği 50°C’de kurutulan toz olarak belirlemişlerdir. Thuwapanichayanan ve ark. (2007) yaptıkları bir çalışmada köpük kurutulmuş muz tozlarının nem değerinde sıcaklık arttıkça azalma olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 4. 6. Balkabağı tozlarının nem miktarı (g/100g) değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Varyasyon Kaynakları	Nem
Sıcaklık	50°C 2.33±0.18a
	60°C 1.64±0.18b
	70°C 1.97±0.17ab
Köpürtme Ajanı	Yumurta akı tozu 2.11±0.23a
	Peynir altı suyu proteini izolatu 1.66±0.14a
	Bezelye protein izolatu 2.18±0.17a
Köpük Stabilizatörü	Karboksimetil selüloz 2.05±0.18a
	Lesitin 1.92±0.13a

¹Farklı harflerle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

4.1.3. Toplam fenolik madde

Farklı şartlarda köpük kurutma yöntemi ile kurutulmuş balkabağı tozu ürünlerine ait toplam fenolik madde değerlerinin 995.84-2403.17 mg GAE/kg km aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.8’de balkabağı tozlarındaki toplam fenolik madde miktarına ait varyans analizi sonuçları gösterilmektedir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde kurutma sıcaklığı ile köpürtme ajanı ve bu iki faktörün interaksiyonunun toplam fenolik madde miktarı üzerine önemli etkisi ($p<0.01$) olduğu tespit edilmiştir. Köpük stabilizatörü ve diğer interaksiyonların toplam fenolik madde miktarı üzerine önemli etkisi olmadığı bulunmuştur.

Çizelge 4. 7. Farklı sıcaklık ve köpürtme ajanları eklenerek üretilen balkabağı tozlarının toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/kg km) değerleri¹

Sıcaklık(°C)	Köpürtme ajanları	Toplam fenolik madde miktarı
50 °C	YAT ² +KMS ³	1841.47±335.83
	YAT+Lesitin	1754.56±175.07
	PASP ⁴ +KMS	2346.65±186.55
	PASP+Lesitin	2347.64±773.72
	BP ⁵ +KMS	1911.98±250.11
	BP+Lesitin	1591.52±34.50
60 °C	YAT+KMS	995.84±61.01
	YAT+Lesitin	1358.84±165.01
	PASP+KMS	1276.57±557.86
	PASP+Lesitin	1495.41±57.22
	BP+KMS	1496.23±12.88
	BP+Lesitin	1497.21±19.33
70 °C	YAT+KMS	1177.57±107.58
	YAT+Lesitin	1200.59±49.11
	PASP+KMS	2315.59±176.4
	PASP+Lesitin	2403.17±289.72
	BP+KMS	1850.20±95.54
	BP+Lesitin	2097.32±135.69

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²YAT: Yumurta akı tozu, ³KMS: Karboksimetil selüloz, ⁴PASP: Peyniraltı suyu proteini, ⁵BP: Bezelye proteini

Çizelge 4. 8. Balkabağı tozlarının toplam fenolik madde miktarı değerlerine ait varyans analiz tablosu¹

Varyasyon Kaynakları	SD	Toplam fenolik madde miktarı	
		KO	F
Kurutma sıcaklığı (S)	2	1256080.89	16.83**
Köpürtme ajanı (A)	2	1243075.88	16.66**
Köpük stabilizatörü (K)	1	31704.08	0.42ns
S*A	4	361798.02	4.85**
S*K	2	89613.70	1.20ns
A*K	2	15683.43	0.21ns
S*A*K	4	29222.37	0.39ns
Hata	18	74620.756	

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

Çizelge 4.9’da balkabağı tozlarındaki toplam fenolik madde miktarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları verilmiştir. 50 ve 70 °C sıcaklıkta kurutulan ürünlerin toplam fenolik madde miktarı istatistiksel olarak benzer ve 60°C’de kurutulan örneğe göre önemli düzeyde yüksek olarak belirlenmiştir. Erafşar (2020) yaptığı çalışmasında köpük kurutulmuş kırmızı pancar püresi tozunun kurutma sıcaklığındaki artışa bağlı olarak toplam fenolik madde miktarında düşüş olduğunu rapor etmiştir.

Çizelge 4. 9. Balkabağı tozlarının toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/kg km) değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Varyasyon Kaynakları	Toplam fenolik madde miktarı
Sıcaklık	50°C
	60°C
	70°C
Köpürtme Ajanı	Yumurta akı tozu
	Peynir altı suyu proteini izolatu
	Bezelye protein izolatu
Köpük Stabilizatörü	Karboksimetil selüloz
	Lesitin

¹Farklı harflerle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

4.1.4. Antioksidan aktivite

Farklı şartlarda köpük kurutma yöntemi ile kurutulmuş balkabağı tozlarının antioksidan aktivitesi DPPH yöntemi ile 209.24-462.59 mg TEAA/kg km olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Varyans analizi sonuçlarına göre antioksidan aktivite sadece kurutma sıcaklığı ve köpürtme ajanı ile bu iki faktörün interaksyonundan önemli düzeyde ($p<0.01$) etkilenmiştir (Çizelge 4.11). Köpük stabilizatörü ve diğer interaksyonlar ise önemli etki göstermemiştir.

Çizelge 4. 10. Farklı sıcaklık ve köpürtme ajanları ile üretilen balkabağı tozlarının antioksidan aktivite (mg TEAA/kg km) değerleri¹

Sıcaklık(°C)	Köpürtme ajanları	Antioksidan aktivite değerleri
50 °C	YAT ² +KMS ³	227.46±6.18
	YAT+Lesitin	231.32±5.83
	PASP ⁴ +KMS	235.39±11.04
	PASP+Lesitin	231.82±3.24
	BP ⁵ +KMS	246.35±15.53
	BP+Lesitin	250.51±1.50
60 °C	YAT+KMS	209.24±54.80
	YAT+Lesitin	270.45±51.34
	PASP+KMS	293.04±2.61
	PASP+Lesitin	325.19±15.36
	BP+KMS	308.52±13.48
	BP+Lesitin	315.91±2.99
70 °C	YAT+KMS	316.80±20.38
	YAT+Lesitin	317.05±12.60
	PASP+KMS	461.70±2.29
	PASP+Lesitin	446.89±24.77
	BP+KMS	462.59±12.38
	BP+Lesitin	442.63±110.60

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²YAT: Yumurta akı tozu,

³KMS: Karboksimetil selüloz, ⁴PASP: Peyniraltı suyu proteini, ⁵BP: Bezelye proteini

Çizelge 4. 11. Balkabağı tozlarının antioksidan aktivite değerlerine ait varyans analiz tablosu¹

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Kurutma sıcaklığı (S)	2	92557.85	82.89**
Köpürtme ajanı (A)	2	21399.75	19.17**
Köpük stabilizatörü (K)	1	554.99	0.50ns
S*A	4	5276.57	4.73**
S*K	2	1616.66	1.45ns
A*K	2	477.06	0.43ns
S*A*K	4	189.03	0.17ns
Hata	18	1116.58	

¹**p<0,01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Farklı köpürtme ajanı ve köpürtme stabilizatörü eklenerek farklı sıcaklıklarda köpük kurutma yöntemi ile kurutularak elde edilen balkabağı tozlarının, antioksidan aktivitelerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Sıcaklığın antioksidan aktivite üzerine etkisine bakıldığında 70°C’de kurutulan balkabağı tozlarının antioksidan aktivitesi 50°C ve 60°C’ ye göre daha yüksek olarak belirlenmiştir. Bu durumun 70°C’de kurutmanın daha kısa sürede tamamlanmasına bağlı olarak antioksidan özellik gösteren bileşenlerdeki kaybın azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Di Scala ve ark., 2011; Garau ve ark., 2007).

Köpürtme ajanları arasında antioksidan aktivite değeri farklılık göstermiştir. En düşük antioksidan aktivite yumurta akı tozu kullanılarak kurutulan ürünlerde tespit edilmiştir. Peynir altı suyu protein izolatu ve bezelye protein izolatu eklenerek kurutulan ürünlerin antioksidan aktivitesi istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Köpürtme stabilizatörü olarak KMS ve lesitin kullanımı antioksidan aktivite üzerinde istatistiki olarak önemli (p>0.05) bir farklılık meydana getirmemiştir.

Çizelge 4. 12. Balkabağı tozlarının antioksidan aktivite (mg TEAA/kg km) değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Varyasyon Kaynakları		Antioksidan aktivite
Sıcaklık	50°C	237.14±3.13c
	60°C	287.06±13.57b
	70°C	407.94±22.00a
Köpürtme Ajanı	Yumurta akı tozu	262.05±14.65b
	Peyniraltı suyu proteini izolatu	332.34±27.92a
	Bezelye protein izolatu	337.75±27.60a
Köpük Stabilizatörü	Karboksimetil selüloz	306.79±22.17a
	Lesitin	314.64±20.10a

¹Farklı harflerle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

4.1.5. Toplam karotenoid miktarı

Farklı sıcaklıklarda ve farklı köpürtme ajanları ilave edilerek kurutulan balkabağı tozlarının toplam karotenoid miktarı 8.58-34.05 mg/100 g km olarak bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4. 13. Farklı sıcaklık ve köpürtme ajanları ile üretilen balkabağı tozlarının toplam karotenoid miktarı (mg / 100g km) değerleri¹

Sıcaklık(°C)	Köpürtme ajanları	Toplam karotenoid miktarı
50 °C	YAT ² +KMS ³	12.24±2.91
	YAT+Lesitin	8.58±0.24
	PASP ⁴ +KMS	16.48±1.25
	PASP+Lesitin	17.66±0.77
	BP ⁵ +KMS	9.21±1.21
	BP+Lesitin	10.35±1.33
60 °C	YAT+KMS	11.48±0.03
	YAT+Lesitin	12.80±2.08
	PASP+KMS	21.37±0.95
	PASP+Lesitin	32.26±3.07
	BP+KMS	19.97±2.01
	BP+Lesitin	20.15±3.66
70 °C	YAT+KMS	17.37±0.40
	YAT+Lesitin	18.16±0.67
	PASP+KMS	26.09±1.31
	PASP+Lesitin	34.05±1.51
	BP+KMS	19.88±2.44
	BP+Lesitin	24.05±4.58

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²YAT: Yumurta akı tozu,

³KMS: Karboksimetil selüloz, ⁴PASP: Peyniraltı suyu protein, ⁵BP: Bezelye proteini

Çizelge 4.14’de balkabağı tozlarındaki toplam karotenoid miktarına ait varyans analizi sonuçları görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde kurutma sıcaklığı, köpürtme ajanı ve köpük stabilizatörü $p<0.01$ düzeyinde toplam karotenoid miktarını etkilemiştir. Ayrıca ikili interaksiyonlarda toplam karotenoid düzeyi üzerine istatistiki olarak önemli etki göstermiştir.

Çizelge 4. 14. Balkabağı tozlarının toplam karotenoid miktarı değerlerine ait varyans analiz tablosu¹

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Kurutma sıcaklığı (S)	2	366.38	84.99**
Köpürtme ajanı (A)	2	389.97	90.46**
Köpük stabilizatörü (K)	1	63.90	14.82**
S*A	4	23.85	5.53**
S*K	2	21.81	5.06*
A*K	2	40.40	9.37**
S*A*K	4	7.41	1.72ns
Hata	18		4.31

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

Farklı köpürtme ajanı ve köpürtme stabilizatörü eklenerek farklı sıcaklıklarda köpük kurutma yöntemi ile kurutularak elde edilen balkabağı tozlarının, toplam karotenoid miktarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Sıcaklığın toplam karotenoid miktarı üzerine etkisi incelendiğinde sıcaklığın artması toplam karotenoid miktarını kademeli olarak arttırdığı gözlenmiştir. Dolayısıyla 70°C’de kurutulan balkabağı tozlarının karotenoid miktarı daha yüksek olarak belirlenmiştir. Köpürtücü ajan olarak peynir altı suyu protein izolatının kullanılması balkabağı tozlarında en yüksek toplam karotenoid miktarını sağlamıştır. Köpürtme stabilizatörlerine bakıldığında lesitin KMS’ye göre daha yüksek karotenoid miktarı sağladığı tespit edilmiştir. Chaux-Gutiérrez ve ark. (2017) yumurta albümini ve emülgatör karışımıyla köpürtülmüş mango tozu üzerine yaptıkları bir çalışmanın sonucunda, köpürtme ajanları ve sıcaklığın artmasıyla daha iyi karotenoid korunumu elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Çizelge 4. 15. Balkabağı tozlarının toplam karotenoid miktarı (mg/100g km) değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Varyasyon Kaynakları		Toplam Karotenoid Miktarı
Sıcaklık	50°C	12.42±1.10c
	60°C	19.67±2.10b
	70°C	23.27±1.80a
Köpürtme Ajanı	Yumurta akı tozu	13.44±1.06c
	Peynir altı suyu proteini izolatu	24.65±2.07a
	Bezelye protein izolatu	17.27±1.76b
Köpük Stabilizatörü	Karboksimetil selüloz	17.12±1.27b
	Lesitin	19.79±2.10a

¹Farklı harflerle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Analiz sonuçları toplu olarak değerlendirildiğinde balkabağı meyvesinin köpük kurutma şartları için en uygun köpürtme ajanı olarak peynir altı suyu protein izolatu, köpürtme stabilizatörü olarak ise lesitin belirlenmiştir. Köpük kurutulması için en uygun kurutma sıcaklığının ise 70°C olduğu tespit edilmiştir.

4.2. Hammadde Analiz Sonuçları

Bisküvi ve kek üretiminde kullanılan hammaddeler bisküvilik un, kek unu, normal kurutulmuş balkabağı tozu (NKBT) ve köpük kurutulmuş balkabağı tozu (KKBT)'na ait renk değerleri Çizelge 4.16' da yer almaktadır. Buna göre, hammaddelerin L* (parlaklık) değerleri 71.02 ile 95.93 arasında değişim göstermiş olup en yüksek L* değeri kek ununda gözlenmiştir. a* (kırmızılık) değerleri -0.32 ile 24.67 arasında değişirken, normal kurutulmuş balkabağı tozunun en yüksek a* değerine sahip olduğu görülmüştür. Hammaddeler b* (sarılık) değerleri bakımından karşılaştırıldığında ise 10.23 ile 55.79 arasında değişim göstermiştir. a* değerinde olduğu gibi normal kurutulmuş balkabağı tozunun en yüksek b* değerine sahip hammadde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. 16. Bisküvi ve kek üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait renk değerleri

Hammadde	L*	a*	b*
Bisküvilik Un	95.37±0.03	-0.50±0.01	11.17±0.06
Kek Unu	95.93±0.03	-0.32±0.00	10.23±0.03
KKBT²	71.02±0.06	22.48±0.08	48.70±0.18
NKBT³	71.53±0.28	24.67±0.39	55.79±0.04

L*: Parlaklık, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri; ²KKBT: Köpük kurutulmuş balkabağı tozu, ³NKBT: Normal kurutulmuş balkabağı tozu

Aydın (2014), iki farklı yöntem ve iki farklı kurutma yöntemiyle elde ettiği balkabağı unlarını kullanarak yaptığı bisküvi üretiminde; elde edilen balkabağı unlarının L* değerini 68.65 ile 88.36, a* değerini 1.79 ile 10.22, b* değerini ise 47.91 ile 56.79 arasında olduğunu rapor etmiştir. Que ve ark. (2008), farklı kurutma metotları (dondurarak kurutma ve sıcak hava kurutma) kullanarak elde ettikleri balkabağı unlarında; L* değerini 61.83 ile 80.15, a* değerini 11.12 ile 13.43, b* değerini ise 41.87 ile 48.63 arasında belirlemişlerdir. Tez çalışmasında gözlenen daha yüksek a* değerlerinin hammadde ve kurutma şartlarındaki farklılıklardan kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Bisküvi ve kek üretiminde kullanılan hammaddelerden bisküvilik un, kek unu, NKBT ve KKBT'ye ait nem, kül, yağ, protein, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite ve toplam karotenoid miktarı sonuçları Çizelge 4.17'de gösterilmiştir. Hammaddelerde en yüksek nem değeri kek ununda (%13.52) belirlenmiş ve bunu sırasıyla bisküvilik un (%13.13), KKBT (%4.40) ve NKBT (%2.63) izlemiştir. Bisküvilik un ve kek unundaki su miktarı hasat ve öğütme işlemlerine bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca depolama koşullarına bağlı olarak da artı ya da eksi yönde değişim gösterebilmektedir. NKBT ve KKBT' nin nem miktarı ise kurutma işlemi ve depolamaya göre değişim gösterebilmektedir. Bu sebeplerden ötürü literatürde farklı nem değerleri rapor edilmektedir. Kül miktarları bisküvilik un, kek unu, KKBT ve NKBT için sırasıyla; %0.63, 0.65, 6.43 ve 4.26 olarak belirlenmiştir. En düşük kül miktarını bisküvilik unda tespit edilmiş iken, en yüksek kül miktarı KKBT'de belirlenmiştir. Bisküvilik un ve kek unundaki kül miktarı randımına bağlı olarak değişmektedir. Dolayısı ile unun kül miktarı randıman artışına göre artmaktadır. Hammaddeler içinde KKBT en yüksek protein içeriğine (%20.74) sahipken bunu bisküvilik un (%9.66) izlemektedir. Hammaddelerde yağ miktarı en yüksek KKBT'de (%1.81), kek ununda (%1.15), daha sonra bisküvilik unda (%1.11) ve en düşük NKBT'de (%0.67) bulunmuştur.

Çiftçi (2018), çalışmasında yer alan hammaddelerde yaptığı analizler sonucunda bisküvilik buğday ununun nem, protein, kül ve yağ içeriklerini sırasıyla; %13.9, %8.5, %0.55 ve %1.02 olarak rapor etmiştir.

El-Demery (2011) balkabağı tozunun %10.64 nem, %6.13 kül, %9.69 protein, %1.25 yağ içeriğine sahip olduğunu belirlemiştir.

Aziah ve Komathi (2009) yaptıkları çalışmalarında kabuğu soyulmuş ve kabuğu soyulmamış balkabağı pürelerinden un üretmişlerdir. Kabuğu soyulmuş balkabağı püresinden elde ettikleri unun nem, kül, protein ve yağ miktarlarını sırasıyla; %8.77, %7.39 ve %4.91 olarak tespit etmişlerdir.

Pongjanta ve ark. (2006) balkabağı tozu ile yaptıkları bir çalışmada nem, protein, kül ve yağ miktarlarını sırasıyla %6.01, %3.74, %7.24 ve %1.34 olarak belirlemişlerdir.

Sathiya Mala ve ark. (2018) balkabağı tozu ilave ederek muffin yapımı üzerine yaptıkları bir çalışmada balkabağı tozunun kimyasal bileşimini ; nem miktarını %6.9, kül miktarını %4.8 ve protein miktarını %2.6 olarak bildirmişlerdir.

KKBT zengin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değeriyle diğer hammaddelere göre dikkat çekmektedir. Buğday unlarında NKBT ve KKBT'den daha düşük toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri tespit edilmiştir. Toplam karotenoid madde miktarı incelendiğinde en düşük değer bisküvilik unda belirlenirken, en yüksek değer ise KKBT'de tespit edilmiştir. Balkabağı tozu karotenoid maddelerce zengin bir kaynaktır.

Bisküvi ve kek üretiminde kullanılan hammaddeler olan bisküvilik un, kek unu, KKBT ve NKBT'ye ait mineral madde analiz değerleri Çizelge 4.18'de gösterilmiştir. Kalsiyum (Ca) miktarları 28.10 - 280.10 mg/100g arasında değişirken hammaddeler arasında en yüksek kalsiyum içeriğine köpük kurutulmuş balkabağı tozunun sahip olduğu belirlenmiştir. Bisküvi ve kek unları ise en düşük kalsiyum miktarına sahiptirler. Bisküvilik un, kek unu, KKBT ve NKBT'nin Fe miktarları sırasıyla 2.10, 3.40, 4.30 ve 3.80 mg/100g olarak belirlenmiştir. KKBT'nin diğer hammaddelerden daha yüksek Fe içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Hammaddelerin K içerikleri 180.10 ile 2918.60 mg/100 g arasında değişmekte olup en yüksek değer KKBT'de belirlenmiştir. KKBT'nin K içeriği oldukça dikkat çekici bulunmuş olup bisküvilik ve kek unundan 16 kat yüksektir. KKBT Mg açısından da en zengin hammadde olup, bunu NKBT takip etmiştir. Hammaddelerin P miktarı 157.50 - 247.90 mg/100 g arasında değişmekte olup en yüksek değer NKBT'de tespit edilmiştir. Her dört hammadde de Zn açısından zengin kaynaklar olmayıp, içlerinden en yüksek Zn miktarı NKBT'de belirlenmiştir.

Çizelge 4. 17. Bisküvi ve kek üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları¹

Hammadde	Nem (%)	Kül (%)	Yağ (%)	Protein ² (%)	TFMM ³ (µg GAE/g)	Antioksidan Aktivite (%)	Toplam Karotenoid (mg/100g)
Bisküvilik Un	13.13±0.06	0.63±0.06	1.11±0.21	9.66±0.11	1407.70±76.15	2.96±0.22	1.96±0.23
Kek Unu	13.52±0.02	0.65±0.00	1.15±0.06	8.90±0.17	1246.13±43.51	3.43±0.22	2.04±0.00
KKBT ⁴	4.40±0.02	6.43±0.06	1.81±0.19	20.74±0.12	5684.62±27.19	22.51±0.33	37.51±0.56
NKBT ⁵	2.63±0.00	4.26±0.48	0.67±0.09	8.40±0.37	3461.54±21.76	15.73±1.54	13.87±0.38

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. ²Hammaddelerden unda Nx5.7, diğerlerinde Nx6.25 faktörü kullanılmıştır. ³TFMM: Toplam fenolik madde miktarı. ⁴KKBT: Köpük kurutulmuş balkabağı tozu. ⁵NKBT: Normal kurutulmuş balkabağı tozu.

Çizelge 4. 18. Bisküvi ve kek üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait mineral madde miktarları (mg/100g)¹

Hammadde	Ca	Fe	K	Mg	P	Zn
Bisküvilik Un	28.30±0.30	2.10±0.01	195.70±1.40	39.90±0.45	163.20±1.50	1.00±0.07
Kek Unu	28.10±0.45	3.40±0.07	180.10±1.63	40.40±1.10	157.50±1.63	1.10±0.04
KKBT ²	280.10±1.95	4.30±0.18	2918.60±11.61	139.90±4.12	187.20±2.76	1.80±0.01
NKBT ³	190.30±1.67	3.80±0.04	2026.20±13.90	103.60±3.97	247.90±3.59	1.90±0.06

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Sonuçlar kuru madde üzerinden, mg/100g olarak verilmiştir. ²KKBT: Köpük kurutulmuş balkabağı tozu, ³NKBT: Normal kurutulmuş balkabağı tozu

Adubofuor ve ark. (2018), balkabağı posası ununun Ca, K, Fe, Mg, P ve Zn değerlerini sırasıyla 269.11, 3283.07, 3.74, 154.82, 295.75 ve 1.24 mg/100 g olarak rapor etmişlerdir.

El-Demery (2011) balkabağı posası ununda bulunan baskın mineraller K, P ve Ca miktarlarını sırasıyla 5185.11, 817.88 ve 616.73 mg / 100 g olarak belirlemiştir.

Beğen (2012), buğday ununun Ca değerini 19.3 mg/100g, Fe değerini 0.85 mg/100g, Mg değerini 25.5 mg/100g, K değerini 157.2 mg/100g ve Zn değerini 1.11 mg/100g olarak tespit etmiştir. Mineral madde miktarı buğdayın türüne ve yetiştirme koşullarına bağlıdır ve değişkenlik gösterebilmektedir.

Nadir ve ark. (2011) buğday ununun Ca, Fe, K, Mg ve Zn miktarlarını sırasıyla 41.76, 2.66, 101.38, 87.92 ve 2.15 mg/100 g olarak belirlemişlerdir.

4.3. Bisküvi Analiz Sonuçları

4.3.1. Fiziksel analiz sonuçları

4.3.1.1. Renk değerleri

KKBT ve NKBT ilaveli bisküvi örneklerine ait renk değerleri Çizelge 4.19’ da gösterilmiştir. Bisküvi örneklerinin L* değerleri 53.81 ile 77.56, a* değerleri 1.13 ile 14.35 ve b* değerleri 26.65 ile 52.77 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4. 19. Bisküvi örneklerine ait renk değerleri¹

Kurutma Yöntemi	İkame Oranı	L*	a*	b*
KKBT ²	0	77.56±0.37	1.13±0.06	26.65±0.40
	5	69.16±0.21	6.91±0.11	52.77±0.10
	10	62.50±0.49	10.28±0.05	50.69±0.18
	15	59.15±0.19	13.14±0.01	48.97±0.66
	20	56.31±0.20	14.35±0.28	45.36±0.06
NKBT ³	0	77.56±0.37	1.13±0.06	26.65±0.40
	5	68.69±0.35	6.63±0.18	44.93±0.01
	10	61.50±0.59	10.53±0.45	43.21±0.38
	15	57.32±0.28	12.77±0.04	40.52±0.13
	20	53.81±0.11	13.41±0.38	37.03±0.05

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. L*: Parlaklık, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri ²KKBT: Köpük kurutulmuş balkabağı tozu, ³NKBT: Normal kurutulmuş balkabağı tozu,

Çizelge 4.20’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin; L* değerinde kurutma yöntemi ile ikame oranı faktörlerinin p<0.01 düzeyinde, “*kurutma yöntemi x ikame oranı*” interaksyonunun istatistiki olarak p<0.05 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. a* değerleri üzerinde ise sadece ikame oranı p<0.01 düzeyinde, kurutma yöntemi ve “*kurutma yöntemi x ikame oranı*” interaksyonunun p<0.05 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. b* değerleri üzerinde, kurutma yöntemi ile ikame oranı ve “*kurutma yöntemi x ikame oranı*” interaksyonu ise p<0.01 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4. 20. Bisküvi örneklerinin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	L*		a*		b*	
		KT	F	KT	F	KT	F
Kurutma Yöntemi (A)	1	6.74	55.83**	0.35	7.36*	206.15	2138.11**
İkame Oranı (B)	4	1298.44	2688.85**	433.47	2252.96**	1258.61	3263.52**
A*B	4	4.10	8.48*	0.80	4.16*	52.15	135.22**
Hata	10	0.12		0.05		0.09	

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

Çizelge 4.21’de verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, NKBT ikame edilen bisküvi örnekleri en düşük L* değerini (63.77) verirken, KKBT ilaveli bisküvi örnekleri ise en yüksek L* değerini (64.93) vermiştir. Ayrıca bisküvilere ilave edilen kurutulmuş balkabağı tozu oranı arttıkça da örneklerin parlaklık değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.

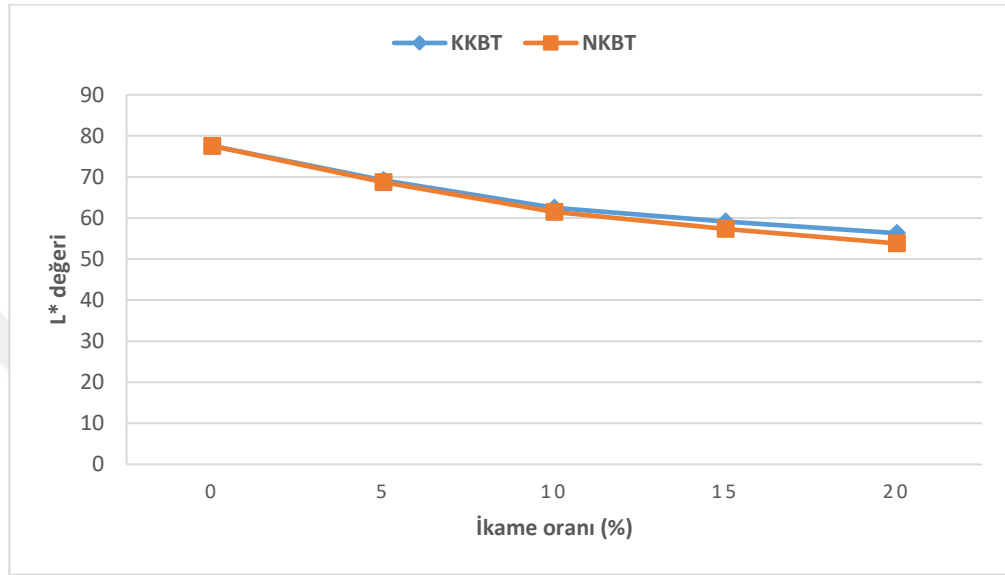
Çizelge 4. 21. Bisküvi örneklerinin renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	L*	a*	b*
Kurutma Yöntemi				
KKBT ²	10	64.93±8.04a	9.16±9.24a	44.89±13.00a
NKBT ³	10	63.77±8.95b	8.89±8.53b	38.47±7.11b
İkame Oranı				
0	8	77.55±0.31a	1.13±0.06e	26.65±0.40e
5	8	68.93 ±0.36b	6.77±0.23d	48.85±5.59a
10	8	62.00±0.73c	10.40±0.07c	46.95±5.01b
15	8	58.23±1.07d	12.95±0.28b	44.75±6.37c
20	8	55.06±1.45e	13.88±0.99a	41.19±5.95d

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). ²KKBT: Köpük kurutulmuş balkabağı tozu, ³NKBT: Normal kurutulmuş balkabağı tozu,

Pongjanta ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada farklı oranlarda balkabağı tozu katkısı ile bisküvi üretmiş ve katkı oranı arttıkça L* değerlerde azalma olduğunu rapor etmişlerdir. Türksoy ve Özkaya (2011) havuç ve balkabağı lifini %0, %10, %15, %20 ve %25 oranında bisküviye ilave ettikleri bir çalışmada, oran miktarı arttıkça bisküvilerin L* değerlerinde azalma olduğunu belirlemişlerdir. Can (2015) bisküvi üzerine yaptığı bir çalışmada farklı oranlarda portakal kabuğu tozu eklenmesinin bisküvilerin L* değerlerinde düşüşe neden olduğunu gözlemlemiştir. L* değerlerindeki düşüşün ilave ettiği katkının karotenoid ve fenolik bileşikler içermesinden dolayı bisküvilerin renginin koyulaşmasına sebep olduğunu açıklamaktadır. Tez çalışmasında belirlenen L* değeri sonuçları literatürle uyumlu bulunmuştur.

Bisküvi örneklerinde L^* değeri üzerinde etkili ($p<0.05$) “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu Şekil 4.1’de verilmiştir. Artan ikame oranına bağlı olarak bisküvi örneklerinin L^* değerinin azaldığı görülmektedir. %15 ikame oranının üzerinde KKBT ile üretilen bisküvilerin L^* değeri ile NKBT ile üretilen bisküvilerin L^* değeri arasındaki fark artmıştır.

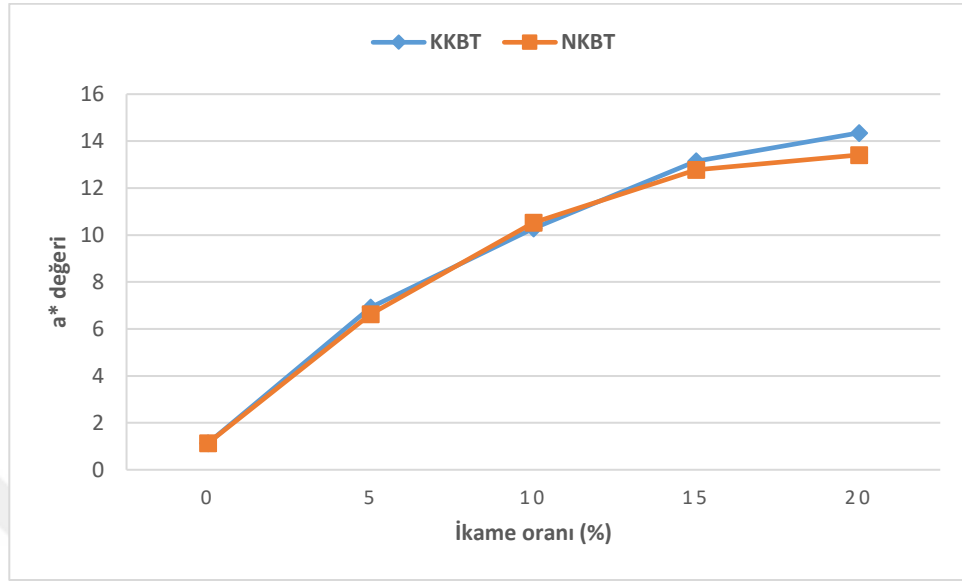


Şekil 4. 1. Bisküvi örneklerinin L^* değeri üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu

Örneklerin a^* değerleri kıyaslandığında, en düşük değer normal kurutulmuş balkabağı tozu (NKBT) ilaveli (8.89) örneklerde olduğu görülmüştür. İkame edilen balkabağı tozu miktarı arttıkça a^* değerinin giderek arttığı tespit edilmiştir. Hem NKBT hem de KKBT hammaddeleri ile üretilmiş bisküvilerin tümünün a^* değerleri arasında istatistiki olarak önemli farklar ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.18). Pongjanta ve ark. (2006), balkabağı tozu ilavesi ile ürettikleri bisküvilerde eklenen oran arttıkça a^* değerlerinin arttığını rapor etmişlerdir. Benzer bir sonuç See ve ark. (2007)’nin yaptıkları bir araştırmada da rapor edilmiştir. Aydın (2014) yaptığı bir çalışmanın sonucunda, hem dondurarak kurutulan hem de hava akımında kurutulan balkabağı tozu ikamesinin bisküvi örneklerinde katkı oranı arttıkça a^* değerlerinde artışa neden olduğunu belirlemiştir ve çalışmamızda bu çalışmanın sonucuna paralellik göstermektedir.

Bisküvi örneklerinde a^* değeri üzerinde etkili ($p<0.05$) “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu Şekil 4.2’de verilmiştir. Kurutma yöntemi fark etmeksizin artan ikame oranına bağlı tüm bisküvi örneklerinin a^* değeri artmıştır. En düşük a^* değerleri

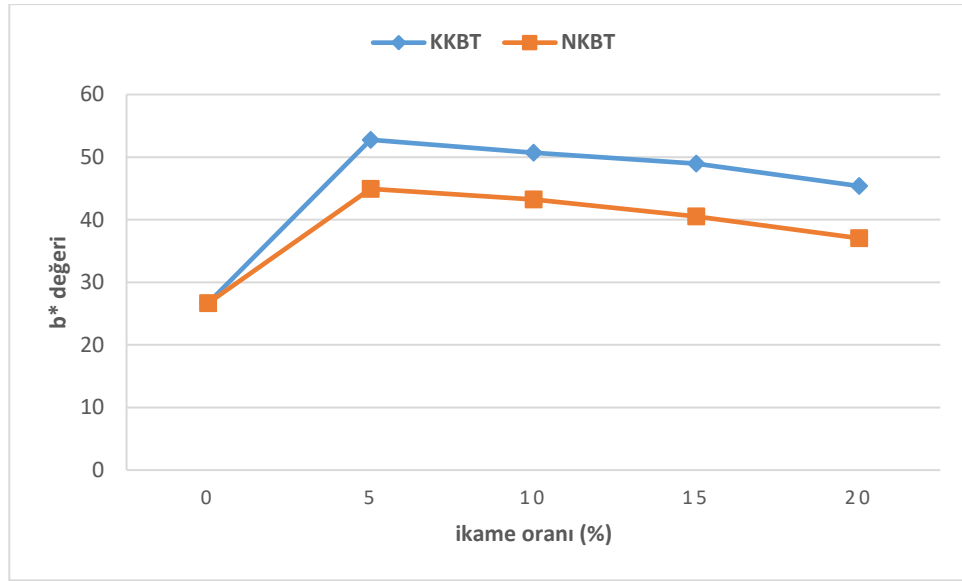
NKBT ikameli bisküvi örneklerinde belirlenmiştir. KKBT ve NKBT kullanılarak hazırlanan bisküvilerin a^* değeri arasındaki fark, %15 ikame oranı sonrası açılmıştır.



Şekil 4. 2. Bisküvi örneklerinin a^* değeri üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” etkileşimi

Kurutma yöntemi ve ikame oranları bakımından en yüksek b^* değeri KKBT ilaveli bisküvilerde (44.89) tespit edilmiştir. NKBT ve KKBT katkılanması ile üretilen bisküvi örneklerinin b^* değerleri arasında istatistiki olarak önemli farklar ($p < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.21). Bisküvilere eklenen balkabağı tozu ikame oranı arttıkça b^* değerleri de azalma olduğu belirlenmiştir. Acun (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, bisküviye ilave edilen çekirdeksiz üzüm posası katkı oranı artışına bağlı olarak L^* ve b^* değerlerinde düşüş olduğunu belirlemiştir. Benzer şekilde Türksoy ve ark. (2011) siyah havuç tozu ilave ettikleri bisküvilerde de katkı oranının artmasına bağlı olarak, L^* ve b^* değerinin düştüğünü, a^* değerinin ise arttığını tespit etmişlerdir.

Bisküvi örneklerinin b^* değeri üzerine etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” etkileşimine göre, en yüksek b^* değeri %5 KKBT ikameli bisküvi örneklerinde gözlenmiştir. %5 ikame oranı sonrası diğer ikame oranlarında her iki kurutma yönteminde b^* değerinde paralel bir şekilde düşüş meydana gelmiştir (Şekil 4.3.).



Şekil 4. 3. Bisküvi örneklerinin b* değeri üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” etkileşimini

4.3.1.2. Çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik değerleri

KKBT ve NKBT ilaveli bisküvi örneklerine ait çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik değerleri Çizelge 4.22’de verilmiştir. Bisküvilere ait çap, kalınlık ve yayılma oranı, sertlik (g) değerleri sırasıyla 53.95-57.65 mm, 7.05-8.00 mm, 6.78-8.18 ve 3101.89-6608.91 g arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

KKBT ve NKBT ilaveli bisküvi örneklerinin çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.23’de, çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.24’de gösterilmiştir.

Çizelge 4. 22. Bisküvi örneklerinin fiziksel analiz değerleri¹

Kurutma Yöntemi	İkame Oranı	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma Oranı	Sertlik (g)
NKBT ²	0	57.65±0.07	7.05±0.07	8.18±0.09	3101.89±1.59
	5	56.85±0.07	7.35±0.07	7.74±0.06	3601.46±106.06
	10	55.90±0.14	7.60±0.14	7.36±0.16	4973.14±197.01
	15	54.80±0.14	7.80±0.00	7.03±0.02	6468.53±267.06
	20	54.20±0.14	8.00±0.14	6.78±0.14	6608.91±264.79
KKBT ³	0	57.65±0.07	7.05±0.07	8.18±0.09	3101.89±1.59
	5	56.60±0.14	7.40±0.14	7.65±0.17	3358.26±66.75
	10	55.80±0.14	7.50±0.14	7.44±0.16	3665.84±10.40
	15	54.95±0.07	7.65±0.07	7.18±0.06	3564.35±319.29
	20	53.95±0.07	7.90±0.14	6.83±0.11	4718.83±235.59

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. ²NKBT: Normal kurutulmuş balkabağı tozu, ³KKBT: Köpük kurutulmuş balkabağı tozu

Çizelge 4. 23. Bisküvi örneklerinin fiziksel değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Çap (mm)		Kalınlık (mm)		Yayılma Oranı		Sertlik (g)	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kurutma Yöntemi (A)	1	0.041	3.24ns	0.018	1.50ns	0.008	0.67ns	8051202	227.75**
İkame Oranı (B)	4	32.42	648.46**	1.88	39.10**	4.51	84.59**	17922208	126.74**
A*B	4	0.12	2.34ns	0.03	0.56ns	0.03	0.62ns	5723672	40.48**
Hata	10	0.012		0.012		0.013		35352	

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

Varyans analizi sonuçlarına göre çap, kalınlık ve yayılma oranı sadece ikame oranında istatistiki olarak önemli (p<0.01) düzeyde etkilenmiştir. Sertlik değerleri üzerinde ise kurutma yöntemi, ikame oranı ve “*kurutma yöntemi x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisinin p<0.01 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.23).

Çizelge 4. 24. Bisküvi örneklerinin fiziksel değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma Oranı	Sertlik (g)
NKBT²	10	55.88±2.55a	7.56±0.78a	7.41±1.11a	4950.78±2613.02a
KKBT³	10	55.79±2.62a	7.50±0.71a	7.46±1.06a	3681.83±1026.35b
İkame Oranı					
0	8	57.65±0.07a	7.05±0.07d	8.18±0.09a	3101.89±1.59d
5	8	56.73±0.21b	7.38±0.14c	7.69±0.18b	3479.86±258.37d
10	8	55.85±0.21c	7.55±0.07bc	7.40±0.10c	4319.49±820.70c
15	8	54.88±0.07d	7.73±0.07ab	7.10±0.07d	5016.44±1760.39b
20	8	54.08±0.21e	7.95±0.07a	6.80±0.08e	5663.87±1321.89a

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

²NKBT: Normal kurutulmuş balkabağı tozu, ³KKBT: Köpük kurutulmuş balkabağı tozu

Çap: Çizelge 4.24’de verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, balkabağının kurutma yöntemleri arasında bir değerlendirme yapıldığında çap değerleri üzerindeki etkileri önemsiz (p>0.05) bulunmuştur. Fakat ikame oranları arttıkça, çap değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.

Türksoy ve Özkaya (2011) yaptıkları bir çalışmada, balkabağı posasının kurutulmuş elde edilen tozu, bisküvi üretiminde kullanmışlar ve katkı oranının artması bisküvi çapını düşürdüğünü, kalınlığını ise artırdığını belirlemişlerdir.

Kalınlık: Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre çap değerlerinde olduğu gibi kurutma yönteminin kalınlık değerleri üzerinde etkileri istatistiki olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu belirlenmiştir. Bisküvi örneklerinde ikame oranları arttıkça çap değerlerinin aksine kalınlık değerlerinde artma gözlenmekte olup en yüksek kalınlık değeri %20 ikame oranına sahip bisküvi örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.24).

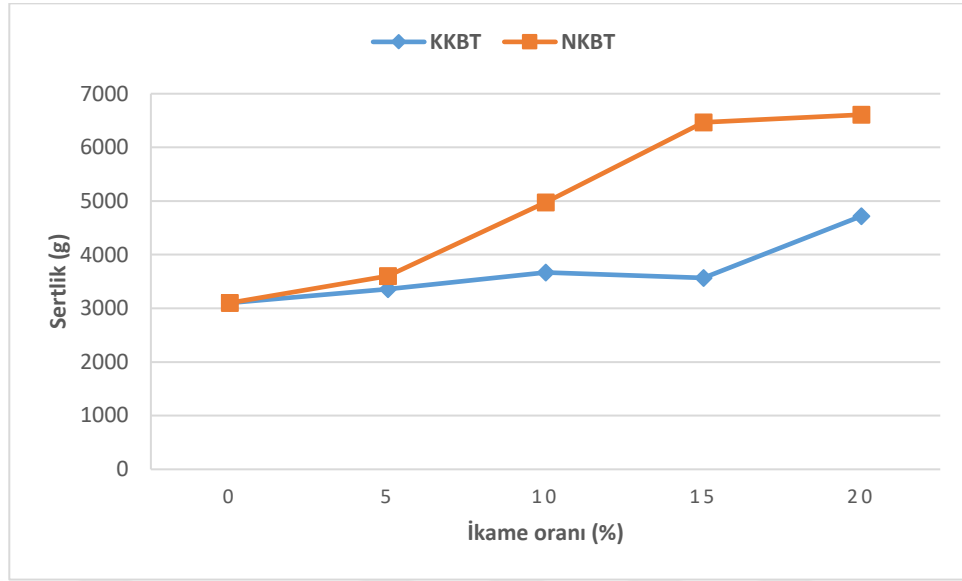
Yayılma Oranı: Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre bisküvi örneklerinde ikame oranı arttıkça yayılma oranı düşmüş ve en yüksek yayılma oranı kontrol bisküvi örneklerinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.24). Bu sonuç, çap ve kalınlık sonuçlarında belirlenen tabii bir neticesidir. Balkabağı tozu katkısına bağlı olarak bisküvi çapının azalması ve buna bağlı olarak kalınlığın artması yayılma oranını da azaltması beklenen bir sonuçtur. Bu durum bisküvi formülasyonuna giren balkabağı tozu unun glüten miktarı üzerinde seyreltici etki göstererek hamur elastikiyetini azaltmıştır. Bunun tabii sonucu olarak da bu sonuç meydana gelmiştir.

Aydın (2014) yaptığı çalışma sonucunda, bisküvilere ikame edilen balkabağı tozu miktarı arttıkça çap değerlerinde ve yayılma oranında düşme olduğunu fakat kalınlık değerinde artma meydana geldiğini bildirmiştir.

Turksoy ve Özkaya (2011) da balkabağı posası tozu katkılı bisküvinin çapının azaldığını ve kalınlığının arttığını, yayılma oranının ise düştüğünü belirlemişlerdir. Bu sonucun balkabağı tozunun su absorpsiyonunun, zengin diyet lifi içermesinden dolayı buğday ununa kıyasla daha yüksek olmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Sertlik: Çizelge 4.24’de gösterilen çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde en düşük sertlik değerine sahip bisküvi KKBT’nin ikame edildiği örneklerde belirlenmiştir. İkame oranı arttıkça bisküvilerin sertlik değeri de artmıştır. Dolayısı ile en yüksek sertlik değeri %20 ikameli bisküvi örneklerinde belirlenmiştir. İkame oranındaki artışa paralel olarak bisküvi örneklerinin sertliğinin de arttığı ortaya konmuştur. Yayılma oranı için balkabağı tozuna bağlı olarak ortaya konan tespit, bisküvi örneklerinin sertliği içinde geçerlidir. Bisküvi örneklerinin sertlik değerlerini, kurutma yöntemi ve ikame oranı fark etmeksizin istatistiksel olarak çok önemli seviyede ($p<0.05$) etkilediği belirlenmiştir.

Şekil 4.4’de verilen bisküvi örneklerinin sertlik değeri üzerine etkili “*kurutma yöntemi x ikame oranı*” interaksiyonuna göre, ikame oranı miktarı arttıkça her iki yöntemle üretilen bisküvi örneklerinin sertlik değeri artmıştır. En yüksek artış NKBT ilave edilen bisküvi örneklerinde gerçekleşmiştir. %10 ikame oranı üzerinde NKBT ve KKBT bisküvi örnekleri arasındaki fark açılmıştır.



Şekil 4. 4. Bisküvi örneklerinin sertlik değeri üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu

4.3.2. Kimyasal analiz sonuçları

Bisküvi örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.25’de gösterilmiştir. Kimyasal analiz değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.26’da, çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.27’de verilmiştir.

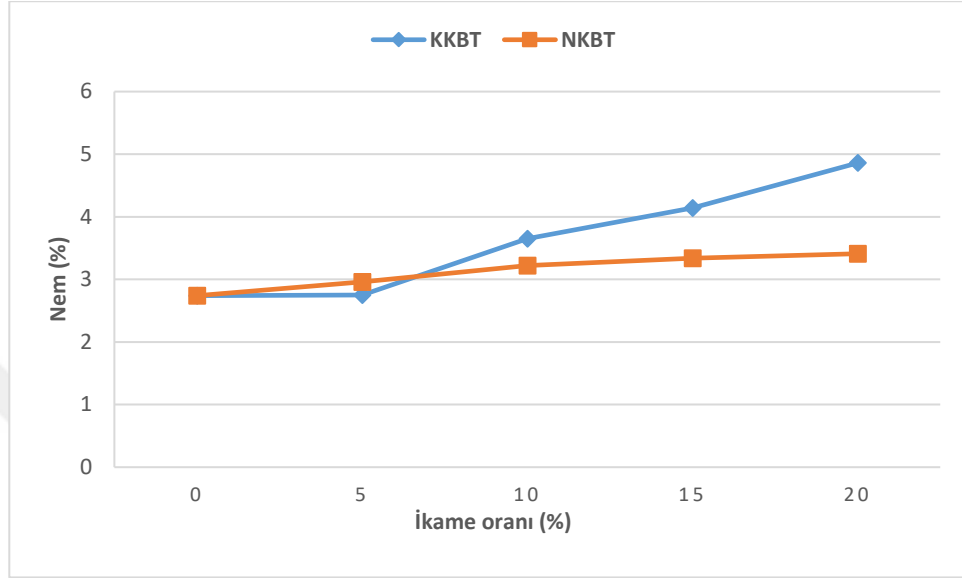
4.3.2.1. Nem analizi sonuçları

Bisküvi örneklerinin nem değerlerinin %2.74 ve %4.86 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.25).

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, bisküvi örneklerinin nem miktarı üzerinde kurutma yöntemi, ikame oranı ve “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonunun etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.27’de verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ise bisküviye ilave edilen ikame oranı arttıkça nem değerlerinin de arttığı belirlenmiştir. Farklı kurutma yönteminin kullanıldığı örneklerin nem değerleri arasında ve farklı balkabağı tozu ikame oranlarının kullanıldığı örnekler arasında istatistiki olarak önemli farklar ($p < 0.05$) bulunmuştur.

Bisküvi örneklerinin nem miktarı üzerine etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu Şekil 4.5’de gösterilmiştir. Bisküvi formülasyonunda artan ikame oranında KKBT ve NKBT kullanımı örneklerin nem miktarını artırmıştır. %20 ikame oranında KKBT ve NKBT ikameli bisküvi örneklerinin nem miktarı arasındaki fark artmıştır.



Şekil 4. 5. Bisküvi örneklerinin nem miktarı üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu

Bisküvi genellikle %1-5 arasında düşük nem içeriğine sahip bir ürün olmakla birlikte nem miktarının artması mikrobiyal gelişmeyi ve bozulmayı artırmasından dolayı ürünün kalitesi ve muhafazası için istenmeyen bir durumdur (Can, 2015; Ayo ve ark., 2018).

Aydın (2014) yaptığı bir çalışmanın sonucunda, iki farklı kurutma (dondurarak kurutma ve hava akımında kurutma) yöntemiyle elde ettiği balkabağı tozlarının bisküvilere ilave edilmesi ile balkabağı tozu oranının artışının örneklerin nem miktarlarını da artırdığını rapor etmiştir.

Olçay (2019) farklı kurutma teknikleriyle elde ettiği kamkat tozu ilavesinin bisküvi üzerine etkilerini araştırdığı bir çalışmada, bisküviye ilave edilen kamkat tozu miktarı arttıkça nem değerinin de artış gösterdiğini tespit etmiştir.

Agama-Acevedo ve ark. (2012), muz unu ilave edilen bisküvi üretimi üzerine yaptıkları çalışmanın sonucunda, kontrol bisküvilere oranla ikame oranı arttıkça nem miktarında artış olduğunu tespit etmişlerdir.

Nem miktarındaki artış, balkabağı tozu ilavesiyle bisküvilerin diyet lif içeriğinin, dolayısı ile su absorpsiyon kapasitesinin artmasının bir sonucudur (Agama-Acevedo ve ark., 2012; Aydın, 2014).

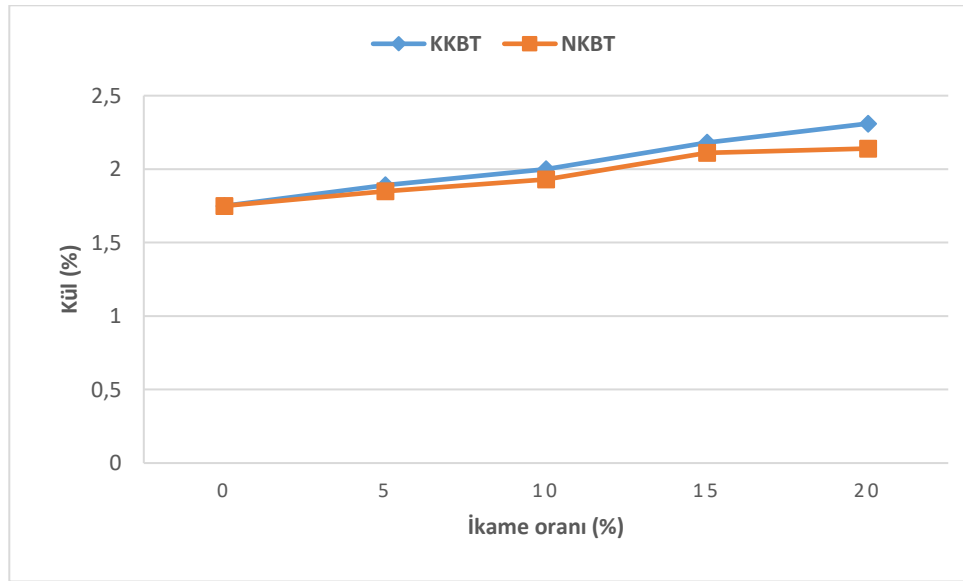
4.3.2.2. Kül analizi sonuçları

Bisküvi örneklerinin kül miktarlarının %1.75-2.31 değerleri arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.26’da gösterilen varyans analizi sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin kül miktarı üzerinde kurutma yöntemi ve ikame oranı istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde, “kurutma yöntemi $\times$ ikame oranı” interaksyonunun etkisinin istatistiki olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli göstermiştir.

Bisküvilerin kül değerleri Çizelge 4.27’de verilen çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre bisküvilerdeki ikame oranları arttıkça kül miktarlarında da artış gözlenmiştir.

Bisküvi örneklerinin kül miktarı üzerinde $p<0.05$ düzeyinde “kurutma yöntemi $\times$ ikame oranı” etkili interaksyonu Şekil 4.6’da verilmiştir. Buna göre, kurutma yöntemi farketmeksizin ikame oranının artmasına bağlı bisküvi örneklerinin kül miktarı artış göstermiştir. Bu artış, KKBT ikameli bisküvi örneklerinde daha yüksek oranda gerçekleşmiştir.



Şekil 4. 6. Bisküvi örneklerinin kül miktarı üzerinde etkili “kurutma yöntemi $\times$ ikame oranı” interaksyonu

Anitha ve ark. (2020), balkabağı tozunu farklı oranlarda bisküvi formülasyonuna ekledikleri çalışmalarının sonucunda, ilave edilen ikame oranı arttıkça kül değerlerinin de yükseldiğini bildirmişlerdir.

Aydın (2014) yaptığı bir çalışmada, bisküvilere ilave ettiği balkabağı tozu ikame oranı arttıkça kül miktarının da arttığını tespit etmiştir.

Ulutürk (2018) incir çekirdeği unu kullanılarak bisküvi üretimi üzerine yaptığı bir çalışmada, ilave edilen oran arttıkça kül değerinde de artış olduğunu belirtmiştir.

Tez çalışmasında gözlenen kül miktarı sonuçları literatür ile uyumlu bulunmuştur.

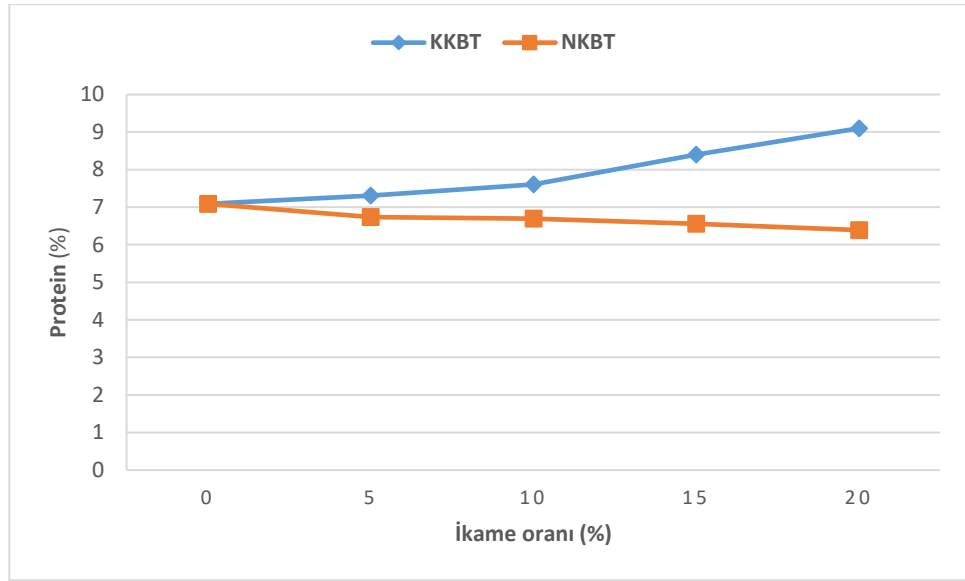
4.3.2.3. Ham protein analizi sonuçları

Bisküvi örneklerindeki en düşük ham protein değerinin %7.09, en yüksek ham protein değerinin ise %9.10 olduğu, örneklerin ham protein içeriğinin bu iki değer arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.25).

Varyans analizi sonuçlarına göre, bisküvilerin ham protein içeriği üzerinde kurutma yöntemi, ikame oranı ve “*kurutma yöntemi x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisinin istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.26).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; artan balkabağı tozu ikamesiyle protein içeriğinin yükseldiği ve farklı ikame oranına sahip her örneğin ise diğer örneklerle arasında önemli istatistiksel farklar olduğu ($p<0.05$) görülmüştür. Balkabağı kurutma yöntemlerinin, bisküvi örneklerinin protein içerikleri üzerinde, istatistiksel olarak önemli etki gösterdiği ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.27).

Bisküvi örneklerinin protein miktarı üzerinde etkili “*kurutma yöntemi x ikame oranı*” interaksiyonunun gösterildiği Şekil 4.7 incelendiğinde; KKBT ilavesi ile bisküvi örneklerinin protein miktarı artış göstermiştir. Fakat NKBT ilavesi ile bisküvi örneklerinin protein miktarı azalmıştır. %15 ikame oranı üzerinde KKBT ve NKBT ikameli bisküvi örneklerinin protein miktarları arasındaki fark açılmıştır.



Şekil 4. 7. Bisküvi örneklerinin protein miktarı üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu

Gurung ve ark. (2016) yaptıkları çalışmalarında, bisküviye ikame edilen balkabağı püresi oranı arttıkça bisküvinin protein miktarında da artışa neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Ulutürk (2018) yaptığı çalışmasında, bisküviye eklenen incir çekirdeği unu ikame oranı arttıkça protein değerinde de bir artış olduğunu bildirmiştir.

Balkabağı tozunun protein içeriği buğday ununun protein içeriğinden düşük olduğu için, balkabağı tozu ikamesiyle bisküvilerin protein içeriğinin düşmesi beklenirken köpük kurutma işlemi öncesi balkabağı püresine ilave edilen protein ajanlarından dolayı protein miktarının arttığı düşünülmektedir.

Çizelge 4. 25. Bisküvi örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları¹

Kurutma Yöntemi	İkame Oranı	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	TFMM ² (µg GAE/g)	Antioksidan (%)	Karotenoid (mg/100 g km)
KKBT ³	0	2.74±0.08	1.75±0.04	7.09±0.12	1461.54±0.00	7.55±0.11	1.85±0.17
	5	2.75±0.09	1.89±0.02	7.31±0.06	2030.77±21.76	16.28±1.43	5.39±0.17
	10	3.65±0.04	2.00±0.01	7.61±0.12	2223.08±10.88	20.72±0.22	8.07±0.44
	15	4.14±0.39	2.18±0.02	8.40±0.12	3076.92±0.00	33.10±0.77	13.06±0.06
	20	4.86±0.14	2.31±0.00	9.10±0.00	3546.15±10.88	46.18±0.33	14.82±0.21
NKBT ⁴	0	2.74±0.08	1.75±0.04	7.09±0.12	1461.54±0.00	7.55±0.11	1.85±0.17
	5	2.96±0.02	1.85±0.05	6.74±0.12	1292.31±87.03	10.51±1.21	2.21±0.03
	10	3.22±0.10	1.93±0.04	6.69±0.06	1492.31±130.54	12.07±2.09	4.90±0.09
	15	3.34±0.03	2.11±0.00	6.56±0.00	1984.62±21.76	20.25±3.08	5.57±0.03
	20	3.41±0.04	2.14±0.01	6.39±0.12	2061.54±21.76	20.79±0.77	7.83±0.35

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. ²TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı; ³KKBT: Köpük kurutulmuş balkabağı tozu; ⁴NKBT: Normal kurutulmuş balkabağı tozu.

Çizelge 4. 26. Bisküvi örneklerinin kimyasal değerlerine ait varyans analiz tablosu¹

VK	SD	Nem		Kül		Protein		TFMM		Antioksidan		Karotenoid	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kurutma Yöntemi(A)	1	1.23	59.06**	0.02	29.39**	7.29	732.46**	3274272.2	1246.29**	554.36	295.20**	86.93	1869.90**
İkame Oranı(B)	4	5.53	66.43**	0.61	184.61**	1.50	37.56**	5330958.6	507.29**	1747.09	232.59**	240.40	1292.50**
A*B	4	1.74	20.88**	0.01	4.76*	4.61	115.83**	1202295.9	114.41**	363.34	48.37**	38.40	206.40**
Hata	10	0.02		0.0008		0.009		2627		1.88		0.05	

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

Çizelge 4. 27. Bisküvi örneklerinin kimyasal değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	TFMM² (µg GAE/g)	Antioksidan (%)	Karotenoid (mg/100g km)
Kurutma Yöntemi							
KKBT³	10	3.63±1.53a	2.03±0.38a	7.90±1.36a	2467.70±1468.61a	24.77±27.20a	8.64±9.19a
NKBT⁴	10	3.13±0.45b	1.96±0.26b	6.69±0.62b	1658.47±435.14b	14.24±9.03b	4.47±4.31b
İkame Oranı							
0	8	2.74±0.08c	1.75±0.04e	7.09±0.13c	1461.54±0.00e	7.55±0.11d	1.85±0.17e
5	8	2.86±0.20c	1.87±0.06d	7.02±0.43c	1661.54±467.78d	13.40±4.19c	3.80±2.35d
10	8	3.44±0.37b	1.97±0.07c	7.15±0.74c	1857.70±446.02c	16.40±7.05c	6.49±1.98c
15	8	3.74±0.40b	2.14±0.06b	7.48±1.36b	2530.77±761.50b	26.68±7.93b	9.31±5.29b
20	8	4.13±0.93a	2.23±0.11a	7.74±1.85a	2803.85±1044.34a	33.49±18.50a	11.32±4.66a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05); ²TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı;

³KKBT: Köpük kurutulmuş balkabağı tozu; ⁴NKBT: Normal kurutulmuş balkabağı tozu

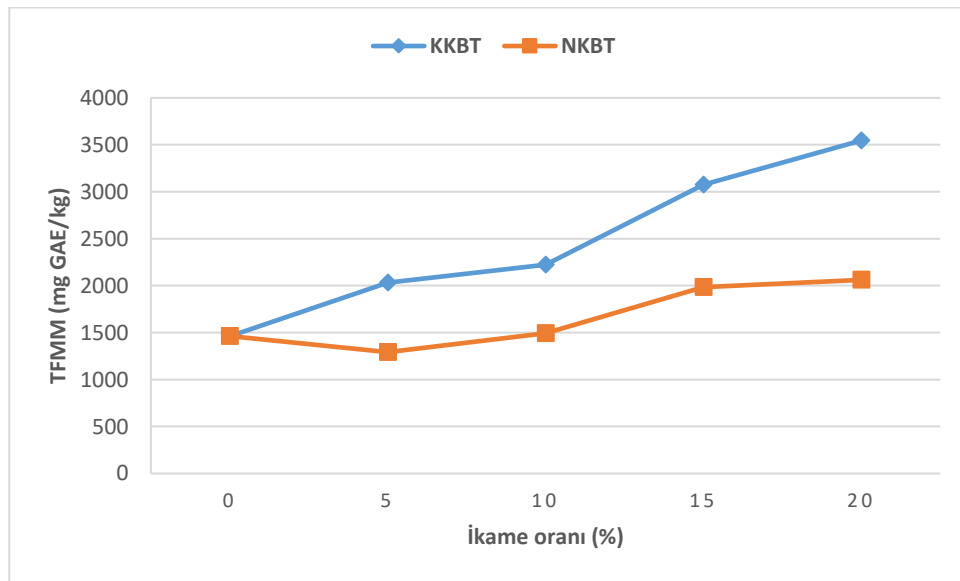
4.3.2.4. Toplam fenolik madde miktarı analiz sonuçları

En düşük toplam fenolik madde miktarı kontrol örneğinde ($1461.54 \mu\text{g GAE/g}$), en yüksek fenolik madde miktarı ise KKBT ve %20 ikame oranı kullanılan bisküvide ($3546.15 \mu\text{g GAE/g}$) bulunmuş olup, örneklerin toplam fenolik madde miktarları bu iki değer arasında değişmektedir (Çizelge 4.25).

Varyans analizi sonucu incelendiğinde, toplam fenolik madde miktarı üzerinde, kurutma yönteminin, ikame oranının ve “kurutma yöntemi $\times$ ikame oranı” interaksiyonunun etkisi $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.26).

Bisküvilerin toplam fenolik madde miktarları ikame oranları açısından değerlendirildiğinde, en düşük toplam fenolik madde içeriğine kontrol örneğinde ($1461.54 \mu\text{g GAE/g}$), en yüksek ise %20 ikame oranındaki örneklerin ($2803.85 \mu\text{g GAE/g}$) sahip olduğu tespit edilmiştir. Balkabağı tozu ikamesi arttıkça bisküvilerin fenolik madde miktarında büyük bir artış gerçekleşmiş olup farklı ikame oranına sahip her örneğin diğer örnekler ile arasında istatistiksel ölçüde önemli farklar ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.27).

Bisküvi örneklerinde TFMM üzerinde etkili ($p<0.01$) olan “kurutma yöntemi $\times$ ikame oranı” interaksiyonu Şekil 4.8’de verilmiştir. Bisküvi formülasyonunda artan KKBT ve NKBT ikame oranı TFMM’de artışa sebep olmuştur. KKBT ikameli bisküvi örneklerinde bu artış daha fazla belirlenmiştir. Artan ikame oranı ile KKBT ve NKBT ilaveli bisküvi örneklerinin TFMM’leri arasındaki fark açılmıştır.



Şekil 4. 8. Bisküvi örneklerinin TFMM üzerinde etkili “kurutma yöntemi $\times$ ikame oranı” interaksiyonu

Aydın (2014), balkabağı tozu ikamesiyle elde edilen bisküvilerin toplam fenolik madde miktarı sonucunun 714.79 mg GAE/100 g'dan 1425.23 mg GAE/100 g'a yükseldiğini rapor etmiştir.

Türksoy ve ark. (2011) yaptıkları bir çalışmada siyah havuç ilavesinin bisküvinin toplam fenolik madde miktarında (63.12-319.96 mg GAE/100g) artışa sebep olduğunu belirlemişlerdir.

Ajila ve ark. (2008) çalışmalarında mango kabuğu tozu ilavesinin bisküvinin toplam fenolik madde miktarında kontrole (540 µg GAE/100g) göre önemli düzeyde (1800-4500 µg GAE/100g) artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Ojha ve Thapa (2017), %6 oranında mandarin kabuğu tozu ikamesinin bisküvinin toplam fenolik madde içeriğini 720 µg GAE/g'dan 2150 µg GAE/g'a artırdığını belirlemişlerdir.

Olçay (2019), kamkat tozu ikamesiyle elde ettiği bisküvilerin toplam fenolik madde içeriğinin kontrole göre (746.18 µg GAE/g) %30 oranında (2080.10 µg GAE/g) daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Balkabağı tozunun toplam fenolik madde miktarı buğday ununa göre daha yüksek olmasından dolayı, bisküvi örneklerinde artan balkabağı tozu ikame oranıyla fenolik bileşik içeriğinin artması beklenen bir sonuç olarak değerlendirilmektedir.

4.3.2.5. Antioksidan aktivite analiz sonuçları

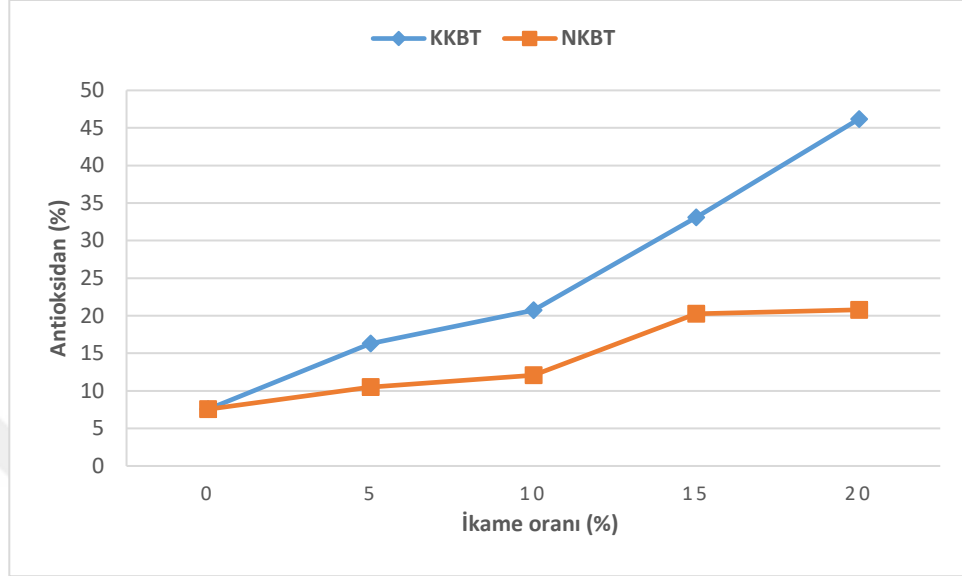
Bisküvi örneklerinin antioksidan aktivite içeriğinin % 7.55-46.18 arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.26'da gösterilen varyans analizi sonuçlarına göre kurutma yönteminin, ikame oranının ve "*kurutma yöntemi x ikame oranı*" interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre antioksidan aktivite değeri en yüksek olan bisküvi örneklerinin KKBT ilave edilmiş örnekler olduğu tespit edilmiştir. İkame oranları değerlendirildiğinde ise; bisküvilere eklenen ikame oranları arttıkça bisküvilerin antioksidan aktivite değerleri de artmaktadır. İkame oranları arasında da istatistiksel anlamda önemli farklar ($p < 0.05$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.27).

Şekil 4.9'da verilen "*kurutma yöntemi x ikame oranı*" interaksiyonuna göre kurutma yöntemi farketmeksizin bisküvi örneklerinin antioksidan değeri artan ikame

oranı ile artış göstermiştir. Bu artış KKBT ilaveli örneklerde, NKBT ilaveli bisküvi örneklerinden daha yüksek oranda gerçekleşmiştir. Artan ikame oranı ile KKBT ve NKBT ilaveli bisküvi örneklerinin antioksidan değerleri arasındaki fark açılmıştır.



Şekil 4. 9. Bisküvi örneklerinin antioksidan miktarı üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu

4.3.2.6. Toplam karotenoid miktarı analiz sonuçları

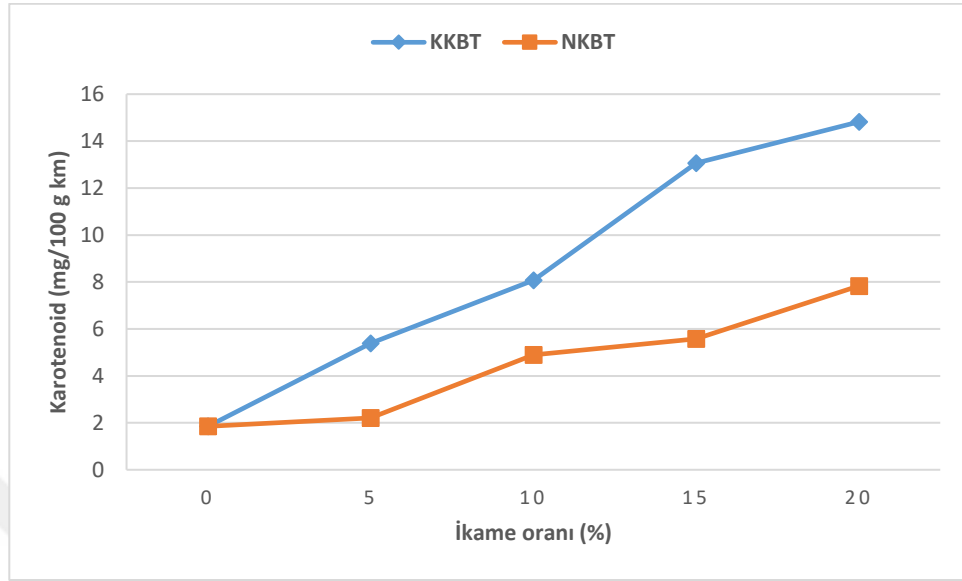
En düşük karotenoid miktarı kontrol örneğinde (1.85 mg/100 g km) en yüksek karotenoid miktarı ise KKBT ve %20 ikame oranı ilave edilen bisküvide (14.82 mg/100 g km) bulunmuştur (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.26’ da gösterilen varyans analizi sonucu incelendiğinde toplam karotenoid miktarı üzerinde, kurutma yönteminin, ikame oranının ve “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonunun etkisi $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.27’da verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; balkabağı tozu ikame oranı arttıkça bisküvilerin toplam karotenoid miktarında bir artış gerçekleşmekte ve farklı ikame oranına sahip her örneğin diğer örnekler ile arasında istatistiksel düzeyde önemli farklar ($p < 0.05$) olduğu bulunmuştur.

Bisküvi örneklerinin toplam karotenoid miktarı üzerinde etkili ($p < 0.01$) “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu Şekil 4.10’da gösterilmiştir. İnteraksiyon incelendiğinde, artan ikame oranlarında KKBT ve NKBT ilavesinin bisküvi örneklerinin toplam karotenoid miktarını artırdığı görülmektedir. En fazla artış KKBT ilaveli bisküvi

örneklerinde gözlenmiştir. %10 ikame oranı üzerinde KKBT ve NKBT ilaveli bisküvi örneklerinin karotenoid değerleri arasındaki fark açılmıştır.



Şekil 4. 10. Bisküvi örneklerinin toplam karotenoid miktarı üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” etkileşimi

Gurung ve ark. (2016) balkabağı püresinin bisküvinin kalitesi üzerine etkisini araştırdıkları bir çalışmada, bisküviye eklenen pürenin ikame oranı arttıkça toplam karotenoid miktarında da artışa neden olduğunu belirlemişlerdir.

Saleh ve Ali (2020) bisküviye farklı oranlarda balkabağı kabuğu püresi ikame ettikleri çalışmalarında, oran arttıkça karoten miktarında da artış olduğunu bildirmişlerdir.

Balkabağı tozunun karotenoid maddelerce zengin olmasından dolayı bisküvi örneklerinde artan balkabağı tozu ikame oranıyla toplam karotenoid madde miktarının artması beklenen bir sonuçtur.

4.3.2.7. Mineral madde analiz sonuçları

Bisküvi örneklerine ait mineral madde değerleri Çizelge 4.28’de gösterilmektedir. Mineral madde değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.29’da ve mineral madde değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.30’da verilmiştir.

Kalsiyum (Ca): Bisküvi örneklerine ait kalsiyum miktarı 30.00 mg/100g ile 59.60 mg/100g arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.28). Bisküvilerin kalsiyum miktarları üzerinde varyans analizi sonuçları incelendiğinde; kurutma yöntemi, ikame

oranı ile “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.29). Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına bakıldığında en yüksek kalsiyum değerine %20 KKBT ikameli bisküvilerin sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.30).

Demir (Fe): Bisküvi örneklerine ait demir miktarı 1.10 – 4.40 mg/100g arasında değişmektedir (Çizelge 4.28). Çizelge 4.29’da verilen varyans analiz sonuçlarına göre demir miktarları üzerinde, kurutma yöntemi, ikame oranı ile “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksiyonunun etkisi $p<0.01$ düzeyinde çok önemli olduğu belirlenmiştir. Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde ise en yüksek demir miktarına Ca değerinde olduğu gibi %20 ikameli bisküvilerde görülmüştür (Çizelge 4.30).

Potasyum (K): Bisküvi örneklerinin K miktarı en düşük kontrol bisküvisinde (130.60mg/100g) ve en yüksek %20 ikameli bisküvi örneklerinde (454.30 mg/100g) görülmüştür. Diğer ikameli bisküvilerin K miktarı bu iki değer arasında değişmektedir (Çizelge 4.28). Varyans analizi sonuçlarına göre bisküvilerin potasyum miktarı, kurutma yöntemi, ikame oranı ve “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksiyonları etkisinin $p<0.01$ düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.29). Çizelge 4. 30’da verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre bisküvilerin ikame oranı arttıkça potasyum miktarının da arttığı görülmüştür. Sonuç olarak en yüksek K miktarına %20 ikameli bisküvilerin sahip olduğu belirlenmiştir.

K’nın temel kaynağı bitkisel gıdalardır. Taze ve kurutulmuş meyveler, taze sebzeler, süt ve et K kaynaklarında başta gelmektedir Meyve ve sebze tüketimi ile yüksek miktarda K alımı, hipertansiyonun ve koroner kalp hastalıkları ve serebrovasküler olaylar gibi başlıca halk sağlığı sorunlarının önlenmesinde önemli olduğu bildirilmektedir (Sica ve ark., 2002).

Magnezyum (Mg): Bisküvilerin magnezyum miktarı 25.10 mg/100g ile 35.80 mg/100g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.28). Varyans analizi sonuçlarına göre bisküvilerin Mg miktarı üzerinde, kurutma yöntemi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Fakat ikame oranı ve “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksiyonları etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.29). Çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde kurutma yönteminin ikame oranı arttıkça Mg miktarı da artış göstermektedir (Çizelge 4.30).

Ca ve Mg kas ve sinir sistemi için önemli minerallerdir. Ca kasın kontraksiyonunu artırırken, Mg dinlenmesinde etkili olmaktadır. Mg mineralinin kemik ve dişlerin yapısında Ca ve P ile birlikte görev aldığı bildirilmiştir (Saldamlı, 1998).

Fosfor (P): Bisküvi örneklerinin P değeri 149.90-278.20 mg/100g arasında değişmektedir (Çizelge 4.28). Bisküvi örneklerinin P miktarları üzerinde varyans analizi sonuçları incelendiğinde; kurutma yöntemi, ikame oranı ile “*kurutma yöntemi x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.29). Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre en yüksek fosfor içeriği %15 ikameli bisküvi örneklerinde (275.85 mg/100g) bulunmuştur. Örnekler arasında istatistiki olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli bir fark görülmüştür (Çizelge 4.30).

Çinko (Zn): Bisküvilerin Zn miktarı 0.70 ile 1.10 mg/100g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.28). Bisküvi örneklerine ait varyans analizi çinko içeriği bakımından incelendiğinde; kurutma yöntemi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. İkame oranı ve “*kurutma yöntemi x ikame oranı*” interaksiyonları etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.29). Çizelge 4.30’da verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre en yüksek çinko miktarı kontrol bisküvilerinde görülmüştür.

Çizelge 4. 28. Bisküvi örneklerine ait mineral madde değerleri (mg/100g)¹

Kurutma Yöntemi	İkame Oranı	Ca	Fe	K	Mg	P	Zn
KKBT ²	0	34.40±0.31	1.90±0.01	130.60±2.88	25.70±0.45	271.10±1.80	1.10±0.01
	5	35.00±0.38	2.90±0.11	210.10±5.16	26.60±0.44	268.60±1.87	0.80±0.03
	10	25.40±0.40	1.10±0.04	107.70±4.72	16.70±0.54	149.90±1.48	0.70±0.00
	15	47.60±0.42	1.60±0.06	378.10±5.39	32.20±0.65	278.20±2.62	0.80±0.01
	20	59.60±0.48	2.40±0.09	454.30±5.73	35.80±0.79	262.00±1.77	0.80±0.03
NKBT ³	0	34.40±0.31	1.90±0.01	130.60±2.88	25.70±0.45	271.10±1.80	1.10±0.01
	5	30.00±0.37	4.40±0.06	172.80±2.28	25.10±0.35	268.70±2.39	0.60±0.06
	10	36.90±0.39	2.10±0.07	235.10±4.41	27.30±0.37	271.70±2.14	0.90±0.05
	15	41.30±0.38	1.60±0.01	276.60±5.90	29.00±0.49	273.50±2.08	0.80±0.04
	20	44.20±0.41	2.20±0.06	336.90±4.58	30.80±0.40	271.70±2.33	0.80±0.06

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. ²KKBT: Köpük kurutulmuş balkabağı tozu; ³NKBT: Normal kurutulmuş balkabağı tozu

Çizelge 4. 29. Bisküvi örneklerine ait mineral madde değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Ca		Fe		K		Mg		P		Zn	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kurutma Yöntemi(A)	1	46.21	305.31**	1.06	278.48**	3317.89	159.62**	0.16	0.63ns	3220.72	763.64**	6.16	0.00ns
İkame Oranı(B)	4	1284.29	2121.40**	11.69	769.11**	203276.05	2444.80**	317.85	306.77**	11630.82	689.43**	0.37	71.60**
A*B	4	387.89	640.72**	2.23	146.87**	38389.17	461.71**	149.69	144.47**	11730.71	695.35**	0.08	15.56**
Hata	10	0.15		0.004		20.8		0.26		4.22		0.001	

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

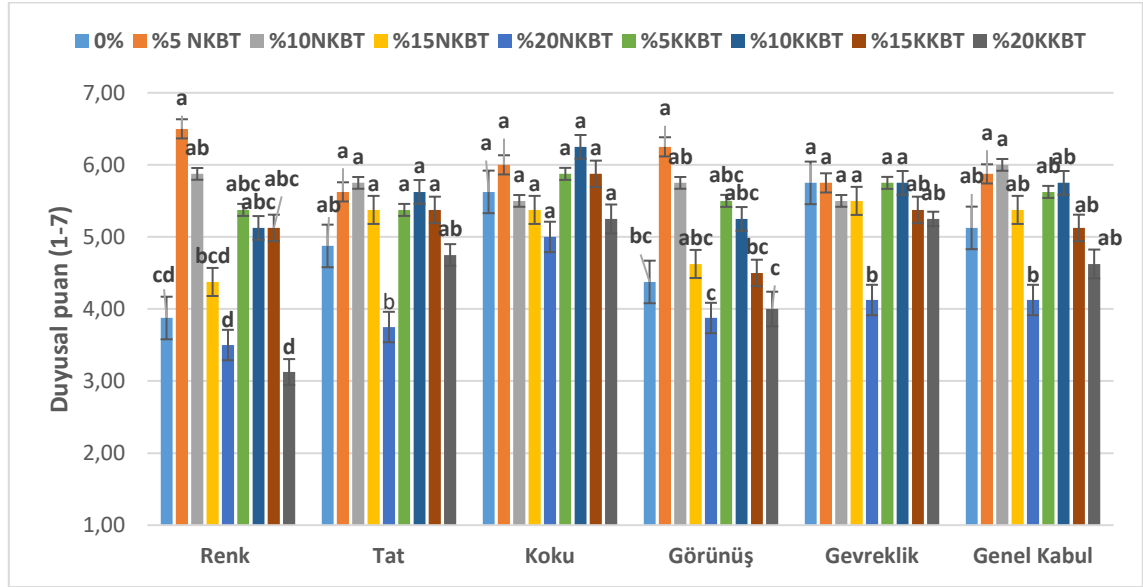
Çizelge 4. 30. Bisküvi örneklerine ait mineral madde değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Ca	Fe	K	Mg	P	Zn
Kurutma Yöntemi							
KKBT²	10	40.40±18.22a	1.98±0.41b	256.16±233.20a	27.58±7.76a	245.96±4.65b	0.84±0.19a
NKBT³	10	37.36±7.29b	2.44±0.25a	230.40±149.61b	27.40±4.02a	271.34±2.49a	0.84±0.18a
İkame Oranı							
0	8	34.40±0.31c	1.90±0.01c	130.60±2.88e	25.70±0.45c	271.10±1.80ab	1.10±0.01a
5	8	32.50±3.54d	1.60±1.15d	191.45±22.66c	25.85±0.66c	268.65±2.20b	0.70±0.10c
10	8	31.15±8.53e	1.60±0.76d	171.40±94.65d	22.00±7.95d	210.80±87.94c	0.80±0.17b
15	8	44.45±4.05b	2.30±0.04b	327.35±66.13b	30.60±1.69b	275.85±0.98a	0.80±0.03b
20	8	51.90±10.44a	3.65±0.07a	395.60±77.86a	33.30±2.94a	266.85±8.91b	0.80±0.04b

¹Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05); ²KKBT: Köpük kurutulmuş balkabağı tozu ³NKBT: Normal kurutulmuş balkabağı tozu

4.3.3. Duyusal analiz sonuçları

Panelistler tarafından 1 (kötü) ve 7 (oldukça iyi) arasındaki puanlamayla değerlendirmeye tabi tutulan NKBT ve KKBT ilaveli bisküvi örneklerinin duyuşsal analiz (renk, tat, koku, görünüş, gevreklik, genel kabul) sonuçları Şekil 4.11’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 11. Bisküvi örneklerine ait duyuşsal analiz sonuçları

Renk: Şekil 4.11’ de verilen bisküvi örneklerine ait duyuşsal analiz sonuçlarına göre en yüksek renk puan değeri %5 NKBT ilaveli bisküvi örneğinde görülmüştür. %20 KKBT ikameli bisküviler ise en düşük renk puan değerine sahip bisküviler olmuştur.

Tat: Tat bakımından bisküvi örnekleri arasında en yüksek puan değerini %10 NKBT ikameli bisküvi örneği almış olup %20 NKBT ikameli bisküvi örneği ise daha düşük tat puan değeri ile sonuçlanmıştır.

Koku: NKBT ve KKBT ikameli bisküvi örneklerinde ikame oranı farketmeksizin bisküvi örneklerinin koku değeri istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. %10 KKBT ikameli bisküvi örneği yüksek koku değeri göstermiştir.

Görünüş: %5 NKBT ikameli bisküvi örneği en yüksek görünüş değerine sahip bisküvi örneği olmuştur. En düşük görünüş puanı ise %20 NKBT ikameli bisküvi örneklerinde görülmüştür.

Gevreklik: Panelistler tarafından en düşük gevreklik puan değeri %20 NKBT ikameli bisküvi örneğinden elde edilmiştir.

Genel Kabul: Bisküvi örnekleri arasında %5 NKBT ve %10 NKBT ikameli bisküvi örnekleri genel kabul değeri görmüştür. Fakat %20 NKBT ikameli bisküvi örnekleri ise daha düşük genel kabul değeri almıştır.

Duyusal kriterler ve bisküvi örnekleri birlikte değerlendirildiğinde; en beğenilen bisküvi örneği %5 NKBT ikameli bisküvi örneği olmuştur. Panelistler tarafından en az beğeni ise %20 NKBT ikameli bisküvi örneğinde gözlenmiştir.



4.4. Kek Analiz Sonuçları

4.4.1. Fiziksel analiz sonuçları

4.4.1.1. Renk analiz sonuçları

NKBT ve KKBT ile farklı oranlarda üretilen kek örneklerine ait renk değerleri Çizelge 4.31’de, renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.32’de ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.33’de verilmiştir.

Kek örneklerinin kabuk kısımlarının L^* değerleri 38.75-46.96, a^* değerleri 9.31-14.25 ve b^* değerleri 14.81-23.88 arasında değişim göstermiştir. Kek örneklerinin iç kısımlarının ise L^* değerleri 65.77-77.11, a^* değerleri (-2.18)- 8.95 ve b^* değerleri 23.44-63.74 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.31).

Çizelge 4. 31. Kek örneklerine ait renk değerleri¹

Örnek	Kurutma Yöntemi	Oran	L^*	a^*	b^*
Kek (Kabuk Rengi)	KKBT ²	%0	46.96±0.32	14.25±0.10	23.88±0.38
		%15	42.44±0.30	11.82±0.34	18.83±0.17
		%30	38.75±0.53	9.31±0.35	14.81±0.04
	NKBT ³	%0	46.96±0.32	14.25±0.10	23.88±0.37
		%15	44.53±0.28	11.86±0.08	21.41±0.11
		%30	42.50±0.54	10.86±0.04	17.00±0.10
Kek (İç Renk)	KKBT ²	%0	77.11±0.54	-2.18±0.06	23.44±0.09
		%15	69.21±0.79	3.92±0.51	61.84±0.21
		%30	66.46±0.16	8.95±0.07	63.74±0.03
	NKBT ³	%0	77.11±0.54	-2.18±0.06	23.44±0.09
		%15	71.45±0.15	2.86±0.28	58.63±0.47
		%30	65.77±0.05	8.31±0.45	60.37±0.30

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. L^* : Parlaklık, a^* : Kırmızı-yeşil renk değeri, b^* : Sarı-mavi renk değeri. ²KKBT: Köpük kurutulmuş balkabağı tozu; ³NKBT: Normal kurutulmuş balkabağı tozu.

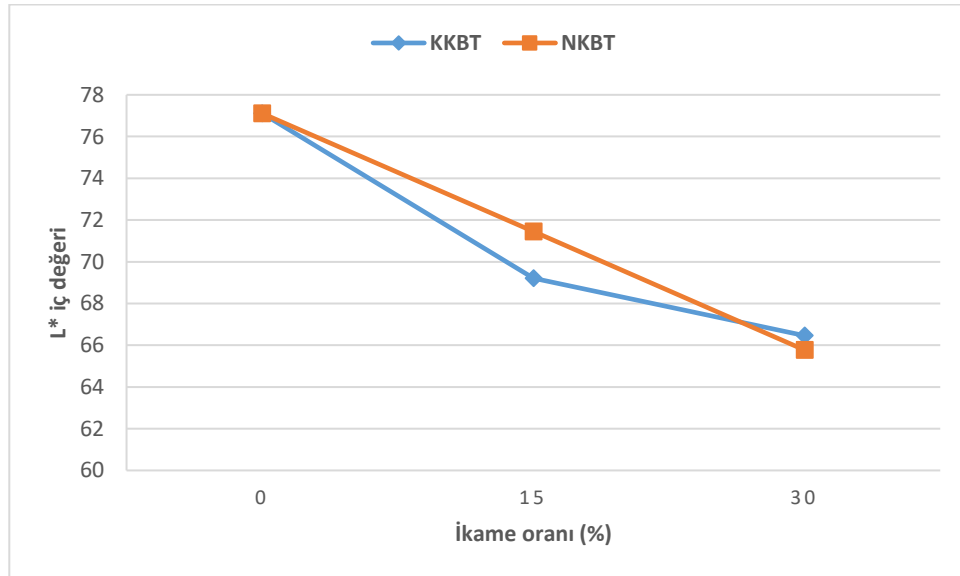
NKBT ve KKBT ikameli keklerin renk değerlerine ait varyans analizi sonucu incelendiğinde; keklerin iç renklerinde L^* değerleri üzerinde kurutma yönteminin istatistiki olarak önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Fakat ikame oranı ve “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonunun etkisi $p<0.01$ seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir. a^* değeri üzerinde kurutma yöntemi $p<0.05$ ve ikame oranının etkisi $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunurken, “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonunun etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. b^* değeri üzerine kurutma yöntemi, ikame oranı ve “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonunun etkisi ise $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Keklerin kabuk kısmının renklerinde ise L^* , a^*

ve b^* değerleri üzerinde kurutma yöntemi, ikame oranı ve “*kurutma yöntemi x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisinin $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.33’de gösterilen çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre kek örneklerinin iç renginde hammadde kurutma yöntemine bağlı olarak L^* değerleri arasında sayısal olarak farklılıklar meydana gelse de istatistiki açıdan önemli bir farklılık tespit edilememiştir. İkame oranı arttıkça kek içi L^* değeri önemli ölçüde azalmıştır. Kurutma yönteminde a^* ve b^* değerlerinde istatistiki açıdan önemli farklılıklar belirlenmiş olup en yüksek değer KKBT’nin kullanıldığı keklerde bulunmuştur ($p < 0.05$).

Artan balkabağı tozu ikame oranıyla, kek örneklerinin iç renklerinin parlaklığı azalmış olup kırmızılığı ve sarılığı artmıştır. İkame oranına bağlı olarak bütün kek örneklerinde L^* , a^* ve b^* değerleri arasında istatistiksel olarak çok önemli farklar bulunmuştur ($p < 0.05$) (Çizelge 4.33).

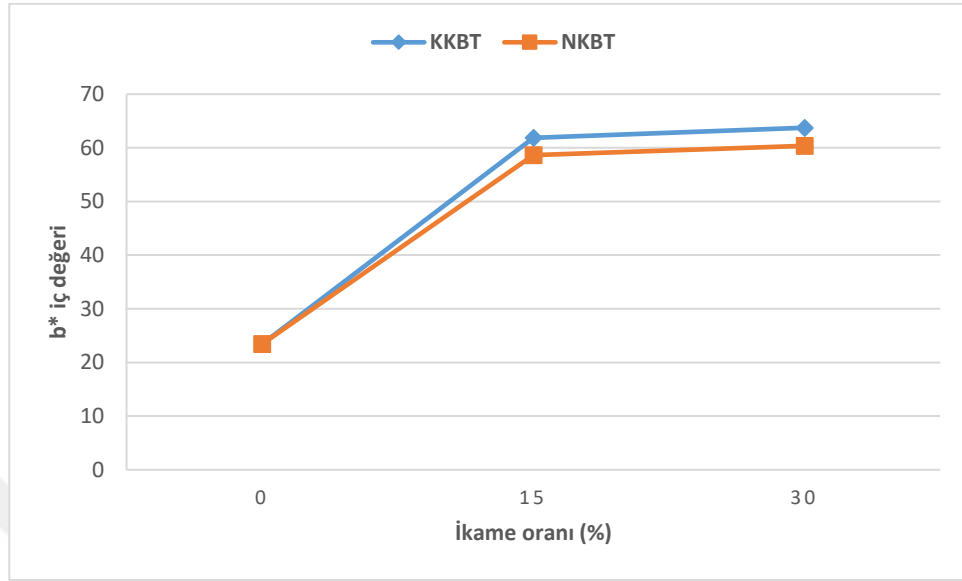
İki farklı kurutma yöntemi ve farklı oranlarda elde edilen kek örneklerinin L^* iç değeri üzerinde etkili “*kurutma yöntemi x ikame oranı*” interaksiyonu Şekil 4.12’de verilmiştir. Buna göre, ikame oranı arttıkça kek örneklerinin parlaklık değeri azalmış ve en yüksek azalış NKBT ilaveli kek örneklerinde gözlenmiştir. %30 ikame oranında KKBT ilaveli kek örneklerinin en düşük parlaklık değeri gösterdiği görülmüştür.



Şekil 4. 12. Kek örneklerinin L^* iç değeri üzerinde etkili “*kurutma yöntemi x ikame oranı*” interaksiyonu

Şekil 4.13’de gösterilen kek örneklerinin b^* iç değeri üzerinde etkili “*kurutma yöntemi x ikame oranı*” interaksiyonuna göre, her ikame oranlarında b^* değerinde artış

meydana gelmiştir. KKBT ilaveli kek örnekleri en yüksek b^* değeri göstermiş ve %15 ikame oranı sonrası artış daha az oranda gerçekleşmiştir.



Şekil 4. 13. Kek örneklerinin a^* iç değeri üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” etkileşimi

Gözükara (2013), yaptığı çalışmada %50 oranında balkabağı tozu ikamesinin kek örneklerinde kontrole göre L^* değerinin 61.22’den 56.85’e azaldığını, a^* değerinin 0.58’den 7.24’e ve b^* değerinin ise 17.20’den 28.77’ye arttığını belirlemiştir.

Olçay (2019) tez çalışmasının sonucunda kamkat tozu ikamesinin keklerin iç renginde parlaklığı azalttığını (76.12-67.69), kırmızılık ve sarılığını ise artırdığını (a^* (-2.10)- 0.93 ve b^* 0.19-43.38) rapor etmiştir.

Ming Lu ve ark. (2010) yaptıkları bir çalışmada yeşil çay tozu ile kek elde etmişler ve sonucunda daha düşük L^* (42.98-49.02), benzer a^* (5.60-11.68) ve b^* (14.60-17.62) değerlerini belirlemişlerdir.

Yer elması tozu ilave edilerek kek üretimi yapılan bir çalışmada kek içi L^* değeri kontrol örneğinde en yüksek belirlenmiştir. Artan yer elması tozu miktarıyla birlikte L^* değerinin azaldığı (55.35-34.72), a^* değerinin ((-4.97)-2.06) arttığı ve b^* değerinin ise (20.08-11.89) azaldığı bildirilmiştir (Kim ve ark., 2014).

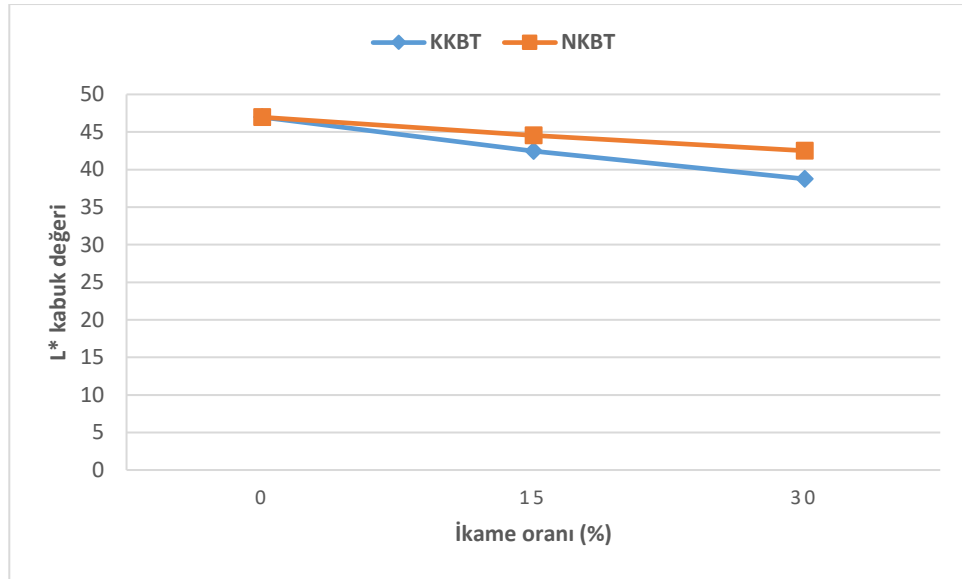
Balkabağı tozu ikamesiyle kek örneklerinin iç renklerinde parlaklığın azalması ve kırmızılık ile sarılığın artmasının balkabağı tozunun kendine özgü turuncu renginden kaynaklandığı söylenebilir. Bunun yanı sıra kek örneklerinde artan ikame oranıyla parlaklığın azalarak rengin giderek koyulaşmasında, Maillard reaksiyonlarının meydana

gelmesi ve şeker karamelizasyonunun da etkili olduğu tahmin edilmektedir (Gözükara, 2013).

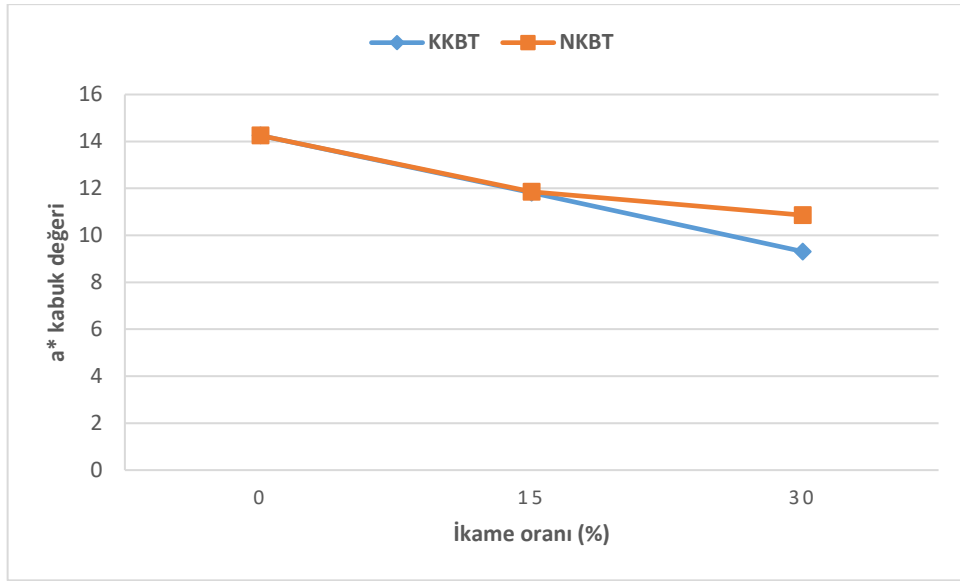
Kek örneklerin kabuk renkleri için çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde ise; meyve tozu ikame oranı arttıkça parlaklığın azaldığı tespit edilmiştir. Örneklerin L^* değerleri arasında hem kurutma yöntemi hem de ikame oranı bağlı olarak istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4.33).

Kek örneklerinin L^* kabuk değeri üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu incelendiğinde, kurutma yöntemi farketmeksizin ikame oranı arttıkça kek örneklerinin kabuk parlaklık değerinde azalış olmuştur. %15 ikame oranı sonrası fark açılmış ve en düşük parlaklık değerini KKBT ilaveli kek örnekleri vermiştir (Şekil 4.14).

Kek örneklerinin a^* kabuk değeri üzerinde etkili ($p<0.01$) “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu Şekil 4.15’de gösterildiği gibidir. İnteraksiyon incelendiğinde, NKBT ve KKBT ilaveli kek örneklerinde %15 ikame oranına kadar yaklaşık aynı oranda azalış görülürken %15 ikame oranı sonrası fark açılmış ve a^* değerinde düşüş devam etmiştir. En düşük a^* değerini KKBT ilaveli kek örnekleri göstermiştir.

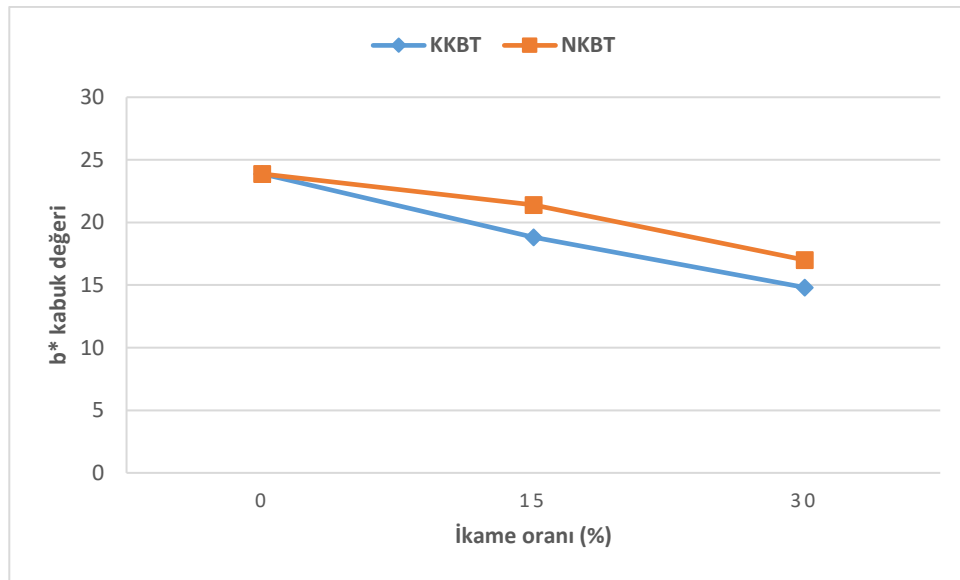


Şekil 4. 14. Kek örneklerinin L^* kabuk değeri üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu



Şekil 4. 15. Kek örneklerinin a* kabuk değeri üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu

Şekil 4.16’da verilen kek örneklerinin b* kabuk değeri üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonuna göre, ikame oranı arttıkça kek örneklerinin b* değerinde azalış gözlenmiştir. Bu azalış en yüksek KKBT ilaveli kek örneklerinde belirlenmiştir.



Şekil 4. 16. Kek örneklerinin b* kabuk değeri üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu

Topkaya (2017) % 0, 5, 10 ve 15 oranlarında nar kabuğu tozu ilave edilen muffin keklerin kabuk kısmında 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 azaldığını bildirmiştir.

% 0, 10, 20, 30 oranlarda buğday unu yerine kamkat tozu ikame edilerek yapılan keklerde, keklerin kabuk kısımlarında artan ikame oranlarıyla L* değerlerinin 51.66'dan 41.78'e, a* değerlerinin 14.94'den 14.86'ya ve b* değerlerinin ise 32.90'dan 23.22'ye düştüğü tespit edilmiştir (Olcay, 2019).

Kek örneklerinin kabuk rengi, pH, hamurun su miktarı, indirgen şeker ve aminoasit miktarı, pişirme sıcaklığı, hava hızı, bağıl nemi gibi pek çok faktörlerden etkilenecek değişiklik gösterebilmektedir (Gözükara, 2013). Kek örneklerinin kabuk kısımlarının renk değerlerinde oluşan farklılıkların sebebi bu faktörlerdeki değişimler ile açıklanabilir.

Çizelge 4. 32. Kek örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	İç						Kabuk					
		L*		a*		b*		L*		a*		b*	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kurutma Yöntemi(A)	1	0.79	3.74ns	0.96	10.41*	14.41	236.39**	11.41	72.43**	0.84	18.73**	7.60	134.70**
İkame Oranı(B)	2	246.05	581.76**	233.78	1262.79**	3798.5	31156.60**	80.45	255.40**	35.02	391.65**	127.26	1127.73**
A*B	2	4.69	11.08**	0.57	3.08ns	7.22	59.21**	7.08	22.48**	1.55	17.35**	3.87	34.33**
Hata	6	0.21		0.09		0.06		0.16		0.04		0.06	

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

Çizelge 4. 33. Kek örneklerinin renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	İç			Kabuk		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
Kurutma Yöntemi							
KKBT ²	6	70.93±7.33a	3.56±7.86a	49.67±28.44a	42.71±5.91b	11.79±3.62b	19.17±6.24b
NKBT ³	6	71.44±7.72a	3.00±7.67b	47.48±26.22b	44.66±2.72a	12.32±2.33a	20.76±4.62a
İkame Oranı							
0	4	77.11±0.54a	-2.18±0.06c	23.44±0.09c	46.96±0.32a	14.25±0.10a	23.88±0.37a
15	4	70.33±2.05b	3.39±0.86b	60.23±1.93b	43.48±1.19b	11.84±0.24b	20.12±1.86b
30	4	66.11±0.54c	8.63±0.26a	62.06±2.25a	40.62±2.66c	10.08±0.93c	15.90±1.58c

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05); ²KKBT: Köpük kurutulmuş balkabağı tozu; ³NKBT: Normal kurutulmuş balkabağı tozu

4.4.1.2. Hacim indeksi, simetri indeksi ve sertlik sonuçları

Kek örneklerinde yapılan hacim, simetri indeksi ve sertlik değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.34’de, bu değerlerin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.35’de, çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.36’da gösterilmektedir.

Keklerin hacim indeksleri 144.50 ile 165.00 mm, simetri indeksleri 13.50 ile 24.00 mm, sertlik değerleri 351.29 - 656.09 g arasında değişmektedir (Çizelge 4.34).

Çizelge 4. 34. Kek örneklerinin hacim indeksi, simetri indeksi ve sertlik değeri analiz sonuçları¹

Kurutma Yöntemi	Oran	Hacim İndeksi (mm)	Simetri İndeksi (mm)	Sertlik (g)
KKBT ²	%0	156.00±2.83	24.00±2.83	351.29±4.39
	%15	154.50±2.12	15.00±4.24	393.55±2.82
	%30	144.50±3.54	16.00±2.83	485.63±3.49
NKBT ³	%0	156.00±2.83	24.00±2.83	351.29±4.39
	%15	155.00±4.24	16.00±0.00	484.39±34.95
	%30	165.00±1.41	13.50±3.54	656.09±16.66

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. ²KKBT: Köpük kurutulmuş balkabağı tozu; ³NKBT: Normal kurutulmuş balkabağı tozu

Varyans analizi sonucunda hacim indeksi üzerinde kurutma yöntemi ve “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunurken ikame oranının etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Simetri indeksi üzerinde ise sadece ikame oranı $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Keklerin sertlik değeri üzerine kurutma yöntemi, ikame oranı ve “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.35).

Çizelge 4. 35. Kek örneklerinin hacim indeksi, simetri indeksi ve sertlik değerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	HI ² (mm)		SI ³ (mm)		Sertlik (g)	
		KT	F	KT	F	KT	F
Kurutma Yöntemi(A)	1	147.00	16.64**	0.75	0.08ns	22758.80	87.66**
İkame Oranı(B)	2	4.17	0.24ns	211.17	11.62**	97726.16	188.21**
A*B	2	273.50	15.48**	6.50	0.36ns	14548.87	28.02**
Hata	6	8.83		9.08		259.6	

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

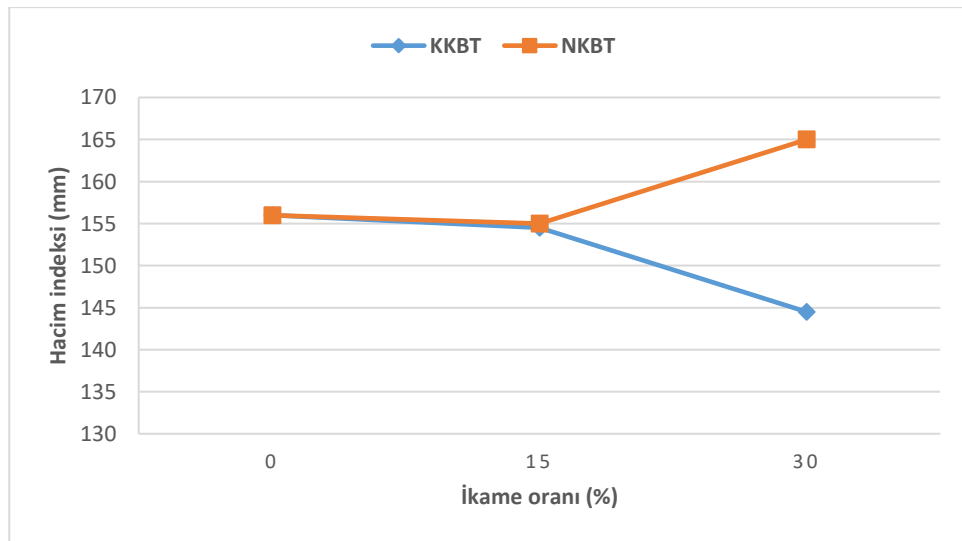
Çizelge 4.36’da verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde hacim indeksi üzerinde NKBT en yüksek hacim indeks değeri vermiştir. Fakat ikame oranları arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Balkabağı tozu ikamesi arttıkça keklerin hem hacim hem de simetri indeksleri azalış göstermiştir. Simetri indeksi değerinde ise NKBT ve KKBT sayısal olarak farklılık gösterse de istatistiki olarak önemli bir fark göstermemiş olup ikame oranı arttıkça keklerin simetri indeks değerleri azalmıştır.

Çizelge 4. 36. Kek örneklerinin hacim indeksi, simetri indeksi ve sertlik değerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	HI ² (mm)	SI ³ (mm)	Sertlik (g)
Kurutma Yöntemi				
KKBT⁴	6	151.67±11.31b	18.33±5.66a	410.16±91.05b
NKBT⁵	6	158.67±5.66a	17.83±7.78a	497.25±205.00a
İkame Oranı				
0	4	156.00±2.83a	24.00±2.83a	351.29±4.39c
15	4	154.75±0.71a	15.50±2.83b	438.97±45.35b
30	4	154.75±13.44a	14.75±4.95b	570.86±110.45a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05); ²HI: Hacim İndeksi, ³SI: Simetri İndeksi, ⁴KKBT: Köpük kurutulmuş balkabağı tozu, ⁵NKBT: Normal kurutulmuş balkabağı tozu,

Kek örneklerinin hacim indeksi üzerinde etkili (p<0.01) “*kurutma yöntemi x ikame oranı*” interaksiyonuna göre %15 ikame oranına kadar hem NKBT hem de KKBT ilaveli kek örneklerinin hacim indeksi azalış göstermiştir. Fakat %15 ikame oranı sonrası KKBT ikameli kek örneklerinin hacim indeksi azalış gösterirken NKBT ikameli kek örneklerinin hacim indeksi artmıştır ve aralarındaki fark açılmıştır (Şekil 4.17).



Şekil 4. 17. Kek örneklerinin hacim indeksi üzerinde etkili “*kurutma yöntemi x ikame oranı*” interaksiyonu

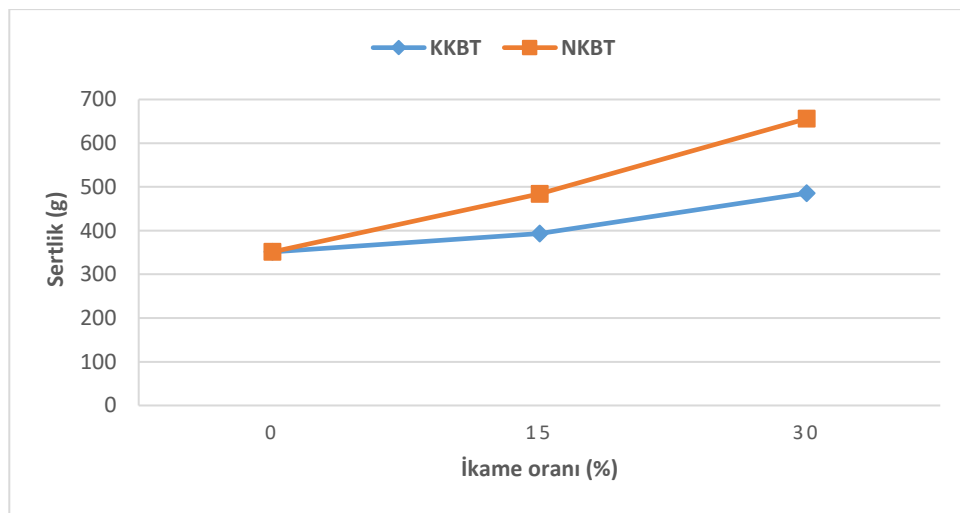
Topkaya (2017) tarafından yapılan çalışmada, nar kabuğu tozu ilavesi ile yapılan keklerin hacim indeksi değeri en yüksek kontrol grubunda (132.08) belirlenmiştir. Nar kabuğu tozu % 5, 10 ve 15 oranlarında kullanıldığında bu değer sırasıyla 133.83, 123.42 ve 124.50 mm olarak tespit etmiştir. Simetri indeksinin ise 8.67, 7.17, 10.58 ve 9.25 mm şeklinde değişiklik gösterdiğini rapor etmiştir.

Olçay (2019) tez çalışmasının sonucunda, % 0, 10, 20 ve 30 oranlarında kamkat tozu ikamesi ile keklerde sırasıyla; hacim indeksinin, 161.25, 155.08, 140.25 ve 129.42 mm, simetri indeksinin ise 20.25, 16.42, 14.00 ve 5.83 mm şeklinde azalış gösterdiğini bildirmiştir.

Ergün (2012) tarafından yapılan çalışmanın sonucunda kivi püresi tozunun keklerle ikamesi ile hacim indekslerinin 118.26 mm'den 88.35 mm'ye, simetri indekslerinin ise 4.76 mm'den 2.58 mm'ye düştüğünü belirlemiştir.

Kurutma yönteminin sertlik üzerine etkisi incelendiğinde NKBT'nin KKB'T'ye göre daha yüksek sertliğe neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). İkame oranı arttıkça örneklerin sertlik değerinin arttığı belirlenmiştir ve en düşük sertlik değerini kontrol kek örneğinde tespit edilmiştir. İkame oranları arasında da istatistiksel olarak önemli farklar olduğu ($p<0.05$) görülmüştür (Çizelge 4.36).

Kek örneklerinin sertlik üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu Şekil 4.18’de verildiği gibidir. Buna göre interaksyon incelendiğinde, ikame oranı arttıkça kek örneklerinin sertliği artmıştır. En yüksek sertlik değeri NKBT ikameli kek örneklerinde gözlenmiştir.



Şekil 4. 18. Kek örneklerinin sertlik üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu

4.4.2. Kimyasal analiz sonuçları

Farklı oranda balkabağı tozu ikameli kek örneklerinin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.38’de, örneklerin kimyasal analizlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.39’da ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.40’da gösterilmiştir.

4.4.2.1. Nem analizi sonuçları

Keklerin nem değerleri %19.71-23.76 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.37). Varyans analizi sonuçlarına göre kek örneklerinin nem miktarları üzerine kurutma yöntemi, ikame oranı ve “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksiyonunun etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.38).

Çizelge 4.39’da verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre genel olarak keklerin nem miktarları yakın çıkmış olup istatistiki olarak bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4. 37. Kek örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları¹

Kurutma Yöntemi	Oran	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	TFMM ² (µg GAE/g)	Antioksidan Aktivite (%)	Toplam Karotenoid (mg/100g km)
KKBT ³	%0	23.76±0.80	1.78±0.04	9.45±0.12	1000.00±21.78	4.91±0.33	1.55±0.26
	%15	19.71±0.83	2.04±0.00	9.76±0.06	2123.05±195.80	21.42±0.55	14.40±0.28
	%30	21.76±0.56	2.35±0.00	10.59±0.12	3500.00±10.89	38.94±2.21	22.95±0.14
NKBT ⁴	%0	23.76±0.80	1.78±0.04	9.45±0.12	1000.00±21.78	4.91±0.33	1.55±0.26
	%15	22.01±4.97	1.94±0.00	9.23±0.19	1230.80±130.53	7.32±0.44	11.62±0.54
	%30	21.77±0.62	1.95±0.27	8.79±0.19	1892.35±217.58	19.32±2.43	16.39±0.69

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. ²TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı; ³KKBT: Köpük kurutulmuş balkabağı tozu; ⁴NKBT: Normal kurutulmuş balkabağı tozu

Çizelge 4. 38. Kek örneklerinin kimyasal değerlerine ait varyans analiz tablosu¹

VK	SD	Nem		Kül		Protein		TFMM		Antioksidan		Karotenoid	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kurutma Yöntemi(A)	1	1.79	0.39ns	0.08	6.59*	1.79	90.61**	2083166.7	120.43**	379.13	198.37**	29.12	174.15**
İkame Oranı(B)	2	17.5	1.93ns	0.27	10.79*	0.13	3.32ns	5832143.5	168.59**	1192.13	311.89**	672.26	2010.47**
A*B	2	3.50	0.38ns	0.08	3.37ns	1.70	43.00**	1297481.9	37.51**	204.83	53.59**	21.72	64.95**
Hata	6	4.56		0.01		0.02		17297		1.91		0.17	

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

Çizelge 4. 39. Kek örneklerinin kimyasal değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	TFMM ² (µg GAE/g)	Antioksidan (%)	Karotenoid (mg/100g)
Kurutma Yöntemi							
KKBT³	6	21.74±1.54a	2.06±0.38a	9.93±0.80a	2207.68±1751.43a	21.76±25.00a	12.97±15.08a
NKBT⁴	6	22.52±1.49a	1.89±0.03b	9.16±0.43b	1374.38±728.89b	10.51±8.81b	9.85±10.71b
İkame Oranı							
0	4	23.76±0.80a	1.78±0.04b	9.45±0.12a	1000.00±21.78c	4.91±0.33c	1.55±0.26c
15	4	20.86±0.44a	1.99±0.07ab	9.49±0.25a	1676.93±467.75b	14.37±10.03b	13.01±2.10b
30	4	21.77±0.60a	2.15±0.41a	9.69±1.42a	2696.18±1033.43a	29.13±13.99a	19.67±4.23a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05); ²TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı; ³KKBT: Köpük kurutulmuş balkabağı tozu; ⁴NKBT: Normal kurutulmuş balkabağı tozu

4.4.2.2. Kül analizi sonuçları

Kek örneklerinin kül miktarları %1.78 ile 2.35 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.37). Çizelge 4.38’de verilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde kurutma yöntemi ve ikame oranı $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunurken, “*kurutma yöntemi x ikame oranı*” interaksyonu etkisinin önemsiz ($p > 0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre hem kurutma yöntemi hem de keke ilave edilen ikame oranı bakımından karşılaştırma yapıldığında istatistiki olarak önemli bir fark ($p < 0.05$) bulunmuştur. Keklerdeki ikame oranları arttıkça kül miktarlarında da artış tespit edilmiştir (Çizelge 4.39).

Ceylan (2020) tez çalışmasının sonucunda, %0, 10, 20, 30 ve 40 oranlarında yer elması unu ilavesi ile keklerde kül değerlerini sırasıyla %1.52, 1.69, 1.81, 1.95 ve 2.07 olarak bildirmiştir.

Topkaya (2017) nar kabuğu tozu ilave edilen muffin kek örneklerinin kül miktarlarındaki değişimleri %0, 5, 10 ve 15 ikame oranlarında sırasıyla %1.89, 1.93, 2.02 ve 2.29 olarak tespit etmiştir.

Campos ve ark. (2021) çalışmalarında %0, 10 ve 20 oranlarında balkabağı tozu kullanarak ürettikleri keklerde kül miktarını sırasıyla; %2.73, %2.93 ve %3.20 olarak belirlemişlerdir.

Buğday ununa kıyasla balkabağı tozunun yüksek kül içeriğine sahip olmasının ikame edildikleri kek örneklerinin de kül miktarlarının artmasına sebep olduğu söylenebilir.

Tez çalışmamıza benzer olarak literatürde de ikame oranı arttıkça örneklerin kül içeriklerinde artış gözlemlendiği belirlenmiştir.

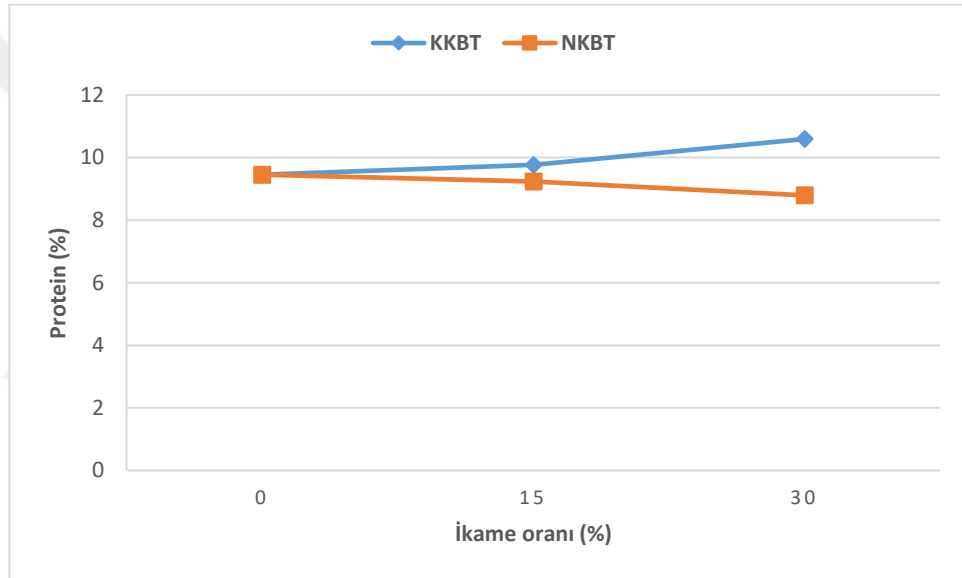
4.4.2.3. Ham protein analizi sonuçları

Örneklerin ham protein değeri %8.79-10.59 aralığında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.37).

Kurutma yöntemi ve “*kurutma yöntemi x ikame oranı*” interaksyonu protein içeriği üzerine $p < 0.01$ düzeyinde önemli iken, balkabağı tozu ikame oranlarının protein içeriği üzerinde etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.38).

Çizelge 4.39’da verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre kurutma yöntemi ile ilişkili olarak; protein değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur ($p<0.05$). Fakat ikame oranları arasında protein değerlerinde sayısal olarak farklılık olsa da önemli bir istatistiki fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Kek örneklerinin protein miktarı üzerinde etkili ($p<0.01$) “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu Şekil 4.19’da verilmiştir. Buna göre interaksyon incelendiğinde, artan ikame oranlarında KKBT ilavesinin kek örneklerinin protein değerini artırdığı, NKBT ilavesinin ise kek örneklerinin protein değerini azalttığı görülmektedir. %15 ikame üzerinde KKBT ve NKBT ilaveli kek örnekleri arasındaki fark açılmıştır.



Şekil 4. 19. Kek örneklerinin protein miktarı üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu

Campos ve ark. (2021), yaptıkları bir çalışmada dondurularak kurutulmuş balkabağı tozu elde etmişler ve balkabağı tozunu üç farklı oranlarda (%0, 10 ve 20) kek formülasyonuna ikame etmişlerdir. Sonuç olarak balkabağı tozu ikamesiyle kek örneklerinin protein içeriklerinin sırasıyla %12.20, %12.33 ve %12.37’ye arttığı rapor edilmiştir.

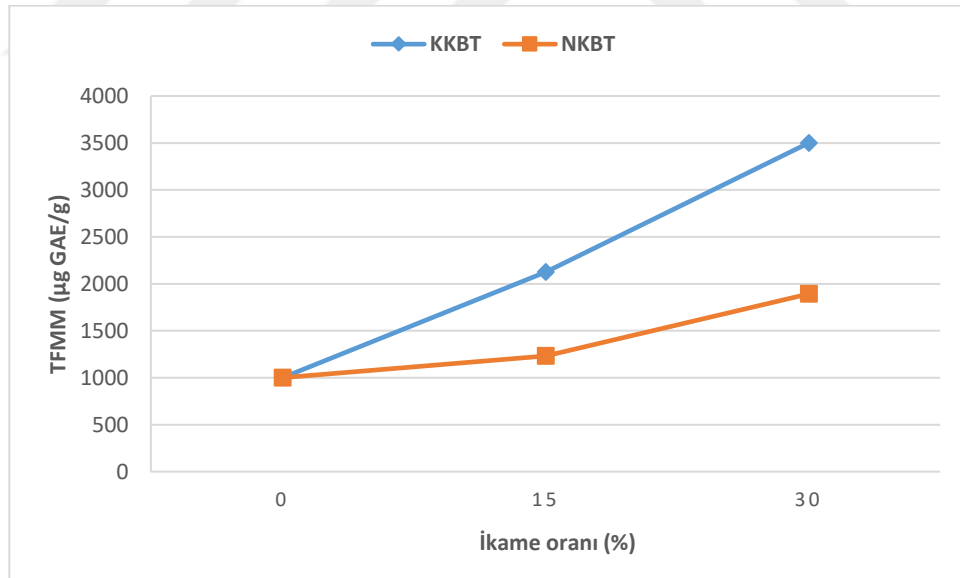
4.4.2.4. Toplam fenolik madde miktarı analiz sonuçları

En düşük toplam fenolik madde içeriği 1000.00 µg GAE/g ile kontrol örneğinde, en yüksek toplam fenolik madde içeriği 3500.00 µg GAE/g ile KKBT ile elde edilip %30 oranında ikame edilerek üretilmiş kek örneğinde belirlenmiştir (Çizelge 4.37).

Varyans analizi sonucu incelendiğinde keklerin toplam fenolik madde miktarı üzerinde; kurutma yöntemi, ikame oranı ve “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksiyonunun etkisi $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4. 38).

Çizelge 4.39’da verilen çoklu karşılaştırma testi sonucunda, balkabağı tozu ikame oranı arttıkça kek örneklerinin toplam fenolik madde miktarında hem artış hem de istatistiki olarak önemli bir fark meydana gelmiştir ($p<0.05$).

Şekil 4.20’de verilen “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksiyonuna göre, KKBT ve NKBT ile hazırlanan kek formülasyonlarında artan ikame oranı ile birlikte kek örneklerinin TFMM artış göstermiştir. Bu artış oranı en yüksek KKBT ilaveli kek örneklerinde gözlenmiştir. Artan ikame oranı ile birlikte KKBT ve NKBT ilaveli kek örneklerinin TFMM’ları arasındaki fark açılmıştır.



Şekil 4. 20. Kek örneklerinin TFMM üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksiyonu

Olçay (2019) keklere kamkat tozu ikamesi üzerine yaptığı tez çalışmasının sonucunda; %, 10, 20 ve 30 ikame oranlarına sahip örneklerde toplam fenolik madde miktarını sırasıyla 525.64, 988.60, 1101.70 ve 1253.58 mg GAE /100 g olarak bulmuştur.

Kamkat tozu ikamesiyle keklerin fenolik madde miktarının artmasının sebebi kamkat tozunun fenolik madde miktarının buğday unundan yüksek olması ile açıklanmıştır.

Ceylan (2020) çalışmasında, farklı oranlarda (%0, 10, 20, 30 ve 40) yer elması unu ilavesinin kek örneklerinin toplam fenolik madde miktarını sırasıyla; 2778.09, 3136.93, 3516.58, 4116.21 ve 4506.12 olarak belirlemiştir.

Topkaya (2017) tez çalışmasında muffin keklere %0, 5, 10 ve 15 oranlarında nar kabuğu ilavesi ile toplam fenolik madde miktarını sırayla; 111.19, 342.1, 542.88 ve 777.06 mg GAE /100 g olarak rapor etmiştir.

Balkabağı tozunun zengin toplam fenolik madde içeriğine sahip olmasından dolayı ilave edildiği keklerde toplam fenolik madde miktarını artırması beklenen bir sonuç olarak değerlendirilmektedir.

4.4.2.5. Antioksidan aktivite sonuçları

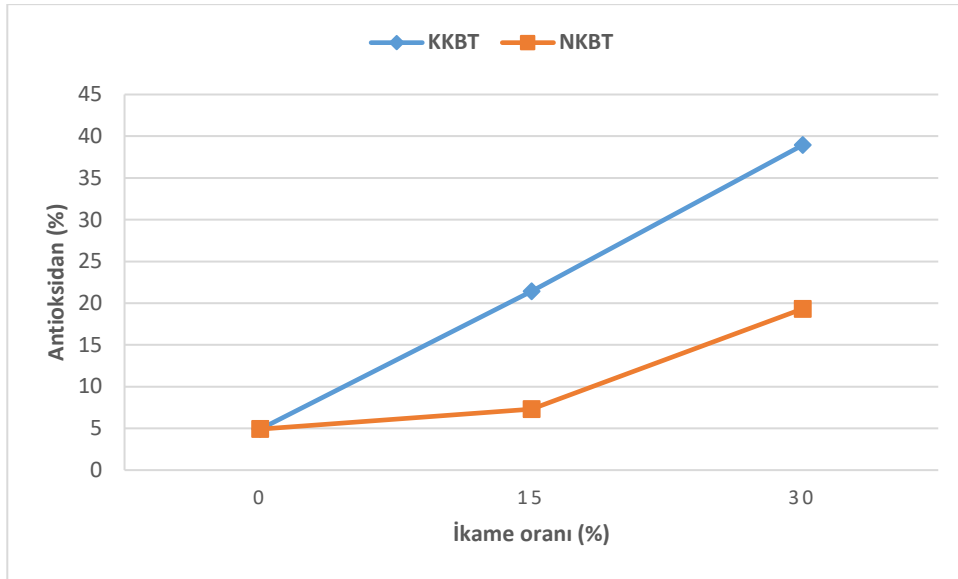
Antioksidan aktivite kek örneklerinde %4.91 ile %38.94 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.37).

Çizelge 4.38’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre antioksidan aktivite üzerine; “*kurutma yöntemi x ikame oranı*” interaksyonu, kurutma yöntemi ve ikame oranının etkisi $p < 0.01$ seviyesinde önemli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.39’da verilen çoklu karşılaştırma test sonucuna göre kurutma yöntemi bakımından KKBT içeren kek örnekleri en düşük antioksidan aktivite göstermiş olup NKBT ve KKBT arasında istatistiksel önemli farklar ($p < 0.05$) olduğu belirlenmiştir.

İkame oranları incelendiğinde ise; kek örneklerine ilave edilen ikame oranları arttıkça keklerin antioksidan aktivite değerleri de artmaktadır. İkame oranları arasında da istatistiksel anlamda önemli farklar ($p < 0.05$) olduğu bulunmuştur.

Kek örneklerinde antioksidan aktivite üzerine etkili olan “*kurutma yöntemi x ikame oranı*” interaksyonu Şekil 4.21’de verilmiş olup formülasyonda artan ikame oranının artması ile kek örneklerinin antioksidan miktarı artmıştır. Bu artış KKBT ilaveli kek örneklerde, NKBT ilaveli kek örneklerinden daha yüksek oranda gerçekleşmiştir.



Şekil 4. 21. Kek örneklerinin antioksidan üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” etkileşimi

Yapılan bir çalışmada nar kabuğu tozu ikame edilen kek örneklerinde en düşük antioksidan miktarı kontrol örneğinde $7.59 \mu\text{mol TE/ 100g}$ iken en yüksek antioksidan miktarı %15 nar kabuğu tozu ilaveli kek örneklerinde $216.11 \mu\text{mol TE/ 100g}$ tespit edilmiştir. İlave edilen nar kabuğu tozu miktarı arttıkça kek örneklerinin antioksidan aktivite değerinin de arttığı bildirilmiştir (Topkaya, 2017).

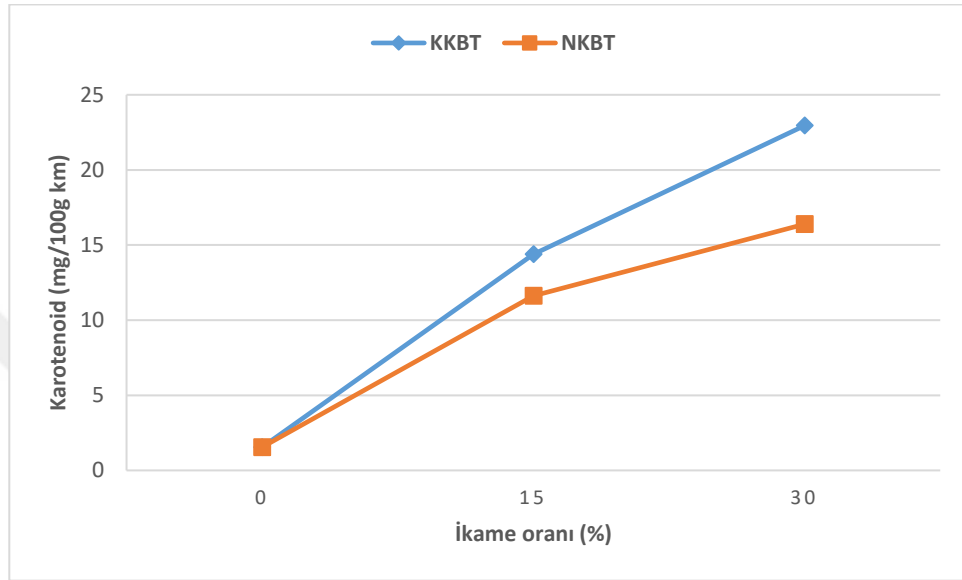
4.4.2.6. Toplam karotenoid miktarı analiz sonuçları

Kek örneklerinde toplam karotenoid miktarı $1.55\text{-}22.95 \text{ mg/100g}$ arasında değişim göstermiş olup en yüksek toplam karotenoid miktarı %30 KKBT ilaveli kek örneklerinde (22.95 mg/100g) tespit edilmiştir (Çizelge 4.37).

Çizelge 4.38’de gösterilen varyans analizi sonuçlarına göre kek örneklerinin toplam karotenoid değerleri üzerinde, kurutma yöntemi, ikame oranı ve “kurutma yöntemi x ikame oranı” etkileşiminin etkisi $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.39’da gösterilen çoklu karşılaştırma testi sonucuna bakıldığında artan balkabağı tozu ilavesi ile toplam karotenoid miktarının arttığı, her farklı ikame oranına sahip kek örneğinin, diğer kek örneklerle arasında önemli istatistiksel farklar olduğu ($p<0.05$) görülmüştür. NKBT ve KKBT arasında en yüksek toplam karotenoid miktarı 12.97 mg/100g ile KKBT içeren kek örneklerinde tespit edilmiştir ve örnekler arasında istatistiksel farklar olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir.

Kek örneklerinde toplam karotenoid miktarı üzerine etkili olan “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu Şekil 4.22’de gösterilmiştir. Kurutma yöntemi farketmeksizin artan ikame oranına bağlı olarak kek örneklerinin toplam karotenoid miktarı artmıştır. En fazla artış KKBT ilaveli kek örneklerinde gözlenmiş olup %15 ikame sonrası kek örnekleri arasındaki fark açılmıştır.



Şekil 4. 22. Kek örneklerinin karotenoid miktarı üzerinde etkili “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksyonu

Campos ve ark. (2021) yaptıkları çalışmalarında, balkabağı tozu katkısı ile yaptıkları keklerin karotenoid miktarının, balkabağı tozunun %10 ila 20 oranında eklenmesiyle (33.20 mg/g ve 62.90 mg/g) arttığını tespit etmişlerdir.

Martinez-Giron ve ark. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada %0, 2.5, 5, 7.5 ve 10 şeftali hurma kabuğu unu içeren keklerin toplam karotenoid miktarlarını sırasıyla; 0.07 2.1, 3.8, 5.1 ve 7.1 mg β -karoten/100g olarak belirlemişlerdir.

4.4.2.7. Mineral madde analiz sonuçları

Kek örneklerinin mineral madde değerleri Çizelge 4.40, mineral madde değerlerinin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.41 ve mineral madde değerlerinin çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.42’de gösterilmiştir.

Kalsiyum (Ca): Kek örneklerine ait kalsiyum miktarı 51.50 mg/100 g ile 75.60 mg/100g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.40). Keklerin kalsiyum değerleri üzerinde varyans analizi sonuçları incelendiğinde; kurutma yöntemi, ikame oranı ile

“kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.41). Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre en yüksek kalsiyum değerine %30 balkabağı tozu ilave edilen keklerin sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.42).

Demir (Fe): Kek örneklerine ait demir miktarı 1.70–2.20 mg/100 g arasında değişmektedir (Çizelge 4.40). Çizelge 4.41’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre demir miktarları üzerinde, kurutma yöntemi ve “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken ikame oranının etkisi $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde ise en yüksek demir miktarı kontrol keklerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.42).

Potasyum (K): Kek örneklerinin K miktarı 145.20 mg/100 g ile 472.20 mg/100 g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.40). Varyans analizi sonuçlarına göre kek örneklerinin potasyum miktarı, kurutma yöntemi, ikame oranı ve “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksiyonlarından $p<0.01$ düzeyinde etkilendiği belirlenmiştir (Çizelge 4.41). Çizelge 4.42’de verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre kek örneklerinin ikame oranı arttıkça potasyum miktarının da arttığı saptanmıştır. Sonuç olarak en yüksek K miktarına %30 ikameli keklerin sahip olduğu bulunmuştur.

Magnezyum (Mg): Keklerin magnezyum miktarı 20.30-30.90 mg/100g arasında değişmektedir (Çizelge 4.40). Varyans analizi sonuçlarına göre keklerin Mg miktarı üzerinde, kurutma yöntemi, ikame oranı ve “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksiyonları etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olmuştur (Çizelge 4.41). Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde kek örneklerinin ikame oranı arttıkça Mg miktarı da artış görülmekte olup en yüksek Mg miktarı %30 ikameli keklerde belirlenmiştir (Çizelge 4.42).

Fosfor (P): Kek örneklerinin P değeri 380.80 mg/100 g ile 393.40 mg/100 g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.40). Çizelge 4.41’ de verilen varyans analizi sonuçlarına göre kek örneklerinin P miktarları üzerinde; kurutma yöntemi, ikame oranı ile “kurutma yöntemi x ikame oranı” interaksiyonunun etkisi $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarında ise örnekler arasında en yüksek fosfor içeriği %15 ilaveli kek örneklerinde (391.65 mg/100 g) belirlenmiştir. Örnekler arasında istatistiki olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli bir fark görülmüştür (Çizelge 4.42).

Çinko (Zn): Keklerin Zn miktarı 0.80-1.20 mg/100 g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.41). Kek örneklerine ait varyans analizi çinko miktarı bakımından

incelendiğinde; kurutma yöntemi ve ikame oranının $p<0.05$ düzeyinde etkili olduğu bulunmuştur. Fakat “*kurutma yöntemi x ikame oranı*” interaksiyonları etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.41). Çizelge 4.42’de verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ise en yüksek çinko miktarına kontrol bisküvilerinin sahip olduğu tespit edilmiştir.



Çizelge 4. 40. Kek örneklerine ait mineral madde değerleri (mg/100g)¹

Kurutma Yöntemi	İkame Oranı	Ca	Fe	K	Mg	P	Zn
KKBT ²	0	51.50±0.14	2.20±0.16	145.20±0.06	20.30±0.07	380.80±0.07	1.10±0.04
	15	66.60±0.07	1.77±0.04	300.90±0.11	26.20±0.11	393.40±0.13	1.20±0.03
	30	75.60±0.17	1.90±0.07	472.20±0.08	30.90±0.13	381.90±0.14	0.90±0.00
NKBT ³	0	51.50±0.14	2.20±0.16	145.20±0.06	20.30±0.07	380.80±0.07	1.10±0.04
	15	59.40±0.06	1.90±0.06	246.50±0.13	24.00±0.21	389.90±0.24	0.80±0.04
	30	69.10±0.08	1.70±0.10	355.70±0.10	27.60±0.17	380.90±0.20	1.00±0.08

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. ²KKBT: Köpük kurutulmuş balkabağı tozu; ³NKBT: Normal kurutulmuş balkabağı tozu

Çizelge 4. 41. Kek örneklerinin mineral madde değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Ca		Fe		K		Mg		P		Zn	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kurutma Yöntemi(A)	1	62.56	4458.20**	0.002	0.14ns	9735.60	1114764**	10.08	536.35**	6.75	282.82**	0.03	9.78*
İkame Oranı(B)	2	872.53	31087.66**	0.39	17.27**	144545.17	8275487**	160.49	4268.26**	297.53	6233.10**	0.05	7.61*
A*B	2	31.53	1123.28**	0.06	2.43ns	6796.01	389084.4**	5.65	150.18**	6.50	136.17**	0.14	22.83**
Hata	6	0.014		0.011		0.009		0.018		0.023		0.003	

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

Çizelge 4. 42. Kek örneklerinin mineral madde değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

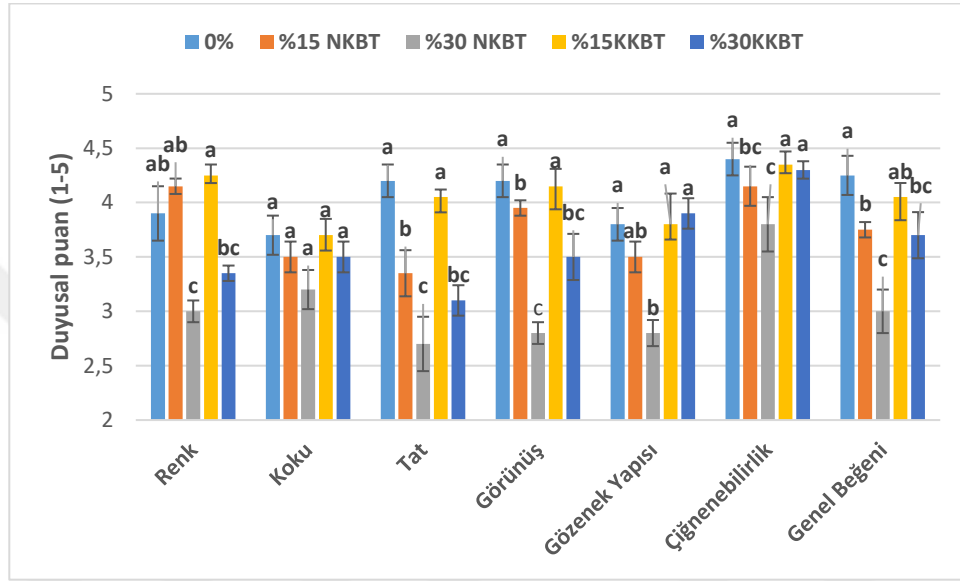
Faktör	n	Ca	Fe	K	Mg	P	Zn
Kurutma Yöntemi							
KKBT ²	6	64.57±17.20a	1.96±0.10a	306.10±231.29a	25.80±7.59a	385.37±0.88a	1.07±0.08a
NKBT ³	6	60.00±12.56b	1.93±0.23a	249.13±148.92b	23.97±5.28b	383.87±0.21b	0.97±0.01b
İkame Oranı							
0	4	51.50±0.14c	2.20±0.16a	145.20±0.06c	20.30±0.07c	380.80±0.07c	1.10±0.04a
15	4	63.00±5.03b	1.84±0.14b	273.70±38.35b	25.10±1.39b	391.65±2.29a	1.00±0.25ab
30	4	72.35±4.47a	1.80±0.06b	413.95±82.29a	29.25±2.18a	381.40±0.54b	0.95±0.15b

¹Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). ²KKBT: Köpük kurutulmuş balkabağı tozu;

³NKBT: Normal kurutulmuş balkabağı tozu

4.4.3. Duyusal analiz sonuçları

NKBT ve KKBT ikameli keklerde 1(kötü) ve 5(oldukça iyi) puan aralığında renk, koku, tat, görünüş, gözenek yapısı, çiğnenebilirlik, genel beğeni özellikleri değerlendirilmiştir. Kek örneklerine ait duyusal analiz sonuçları Şekil 4.23'te gösterilmiştir. Ayrıca kek örneklerine ait resimler EK-3'de verilmiştir.



Şekil 4. 23. Kek örneklerine ait duyusal analiz sonuçları

Farklı oranlarda NKBT ve KKBT ikame edilen kek örneklerinin renk puanları 3.00-4.25 arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.23). %15 KKBT ikameli kek örneği en yüksek renk puanı vermiştir. Fakat NKBT ve KKBT ikame oranı arttıkça puan değeri düşmüş ve en düşük renk puanı %30 NKBT ikameli kek örneğinden elde edilmiştir.

Kek örneklerinin koku değerleri arasında sayısal olarak farklılık meydana gelse de istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. En düşük koku puan değerini %30 NKBT'li kekler göstermiştir.

Kek örnekleri tat ve görünüş puan değeri bakımından değerlendirildiğinde, en yüksek tat ve görünüş değeri kontrol kek örneğinde bulunmuş ve istatistiki olarak %15 KKBT ikameli kek örneği kontrol örneğine eşdeğer tat ve görünüş puan değerleri elde edildiği belirlenmiştir. %30 NKBT ikameli kek örneği en düşük tat ve görünüş puan değeri almıştır.

Kek örnekleri arasında gözenek yapısı puan değeri en düşük olan örnek %30 NKBT ikameli örnek olmuştur. Diğer kek örnekleri arasında ise istatistiki olarak aynı değerlerde gözenek yapısı puan değeri elde edilmiştir.

Kek örneklerine ait çığnenebilirlik puan değeri 3.80-4.15 arasında değişmiştir. En düşük çığnenebilirlik puan değeri %30 NKBT ikameli kek örneğinden elde edilmiştir.

Kek örneklerinin genel beğeni puanları incelendiğinde, yüksek NKBT ve KKBT ikame oranlarında genel beğeni puan değerlerinde düşme gözlenmiştir. KKBT ikameli kek örnekleri NKBT ikameli kek örneklerine kıyasla daha yüksek genel beğeni puan değeri göstermiştir. Fakat en yüksek genel beğeni puanı kontrol örneğinden elde edilmiştir (Şekil 4.23).

Tüm kek örnekleri genel olarak değerlendirildiğinde; en fazla beğeni gören kek örneği, %15 KKBT ikameli kek örneği olmuştur. En az beğeni gören kek örneği ise %30 NKBT ikameli kek örneği olarak belirlenmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada balkabağı, iki farklı yöntemle kurutulmuş (normal kurutulmuş balkabağı tozu ve köpük kurutulmuş balkabağı tozu) ve öğütülerek %0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında bisküvi formülasyonlarında ve %0, 15 ve 30 oranlarında ise kek formülasyonlarında un ikamesi olarak kullanılmıştır. Üretilen bisküvi ve keklerde fiziksel, kimyasal ve duyusal analizler yapılarak elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

Bisküvi ve kek üretiminde hammadde olarak kullanılan bisküvilik un, kek unu, NKBT ve KKBT örnekleri arasında en yüksek L^* değeri kek ununda, en yüksek a^* ve b^* değerleri ise KKBT örneğinde gözlenmiştir. KKBT kül, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve toplam karotenoid miktarı bakımından diğer hammaddelere göre daha yüksek değerler vermiştir. Mineral maddelerden Ca, Fe, K ve Mg açısından KKBT diğer hammaddelere göre daha zengindir.

Bisküvi ve kek örneklerine balkabağı tozu ilave edilmesiyle ürünlerin rengi koyulaşmıştır. Bisküvilerin a^* değerleri artış gösterirken b^* değerleri azalmıştır. Keklerin iç renginin a^* ve b^* değerleri artarken, kabuk renginin ise a^* ve b^* değerleri azalış göstermiştir. Kabuk renginde oluşan azalışa, balkabağı tozu ilavesi ile Maillard reaksiyonunun artması ve kabuk kısmında meydana gelen esmer rengin sarı ve kırmızılığı maskeleyişinin neden olabileceği düşünülmüştür.

Bisküvi örneklerinde balkabağı tozu artan ikame oranı ile birlikte çap değerlerinde azalış, kalınlık değerlerinde artış gözlenmiştir. NKBT ve KKBT'nin ikame edilmesiyle bisküvi ve kek örneklerinin sertliğinde artış meydana gelmiştir.

Bisküvi formülasyonuna NKBT ve KKBT'nin ikame edilmesi ile bisküvilerin nem miktarı, protein miktarı, kül miktarı, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite ve toplam karotenoid miktarları artış göstermiştir. Bisküviye KKBT ilavesiyle toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve toplam karotenoid değerlerinde önemli artışlar meydana gelmiştir.

Kek formülasyonuna NKBT ve KKBT'nin artan ikame oranları ile keklerin kül, protein, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve toplam karotenoid miktarlarında artış gözlenmiştir. Nem miktarlarında ise istatistiki olarak farklılık gerçekleşmemiştir.

Bisküvi üretiminde NKBT ve KKBT'nin ikamesi bütün oranlarda Ca, K, Fe, Mg ve P miktarlarını önemli düzeyde yükseltmiştir. Kek üretiminde ise NKBT ve KKBT'nin ilavesi artan oranlarda Ca, K, Mg ve P miktarlarını yükseltmiştir. Bisküvi ve kek örneklerinin Zn miktarı NKBT ve KKBT ilavesinden etkilenmemiş ve kontrol bisküvi ve kek örneklerine göre çok büyük farklılıklar meydana gelmemiştir.

Duyusal kriterler açısından incelenen bisküvi örnekleri genel beğeni bakımından değerlendirildiğinde %5 NKBT ikame edilen bisküvi en fazla beğenilen örnek olmuştur. %20 NKBT ikameli bisküvilerin ise en az beğenilen örnek olduğu belirlenmiştir. Kek örnekleri duyusal açıdan değerlendirildiğinde en düşük tat, koku, renk, görünüş, gözenek yapısı, çiğnenebilirlik ve genel beğeni puanları %30 NKBT ikameli kek örneğinden elde edilmiştir.

Sonuç olarak farklı iki kurutma yöntemi ile elde edilen balkabağı tozlarının bisküvi ve kek formülasyonlarına ilave edilmesi, her iki son ürünün kalitesini düşürmesine karşın ürünlerin besin değerini artırdığı ortaya konmuştur. Bisküvi ve kek örneklerinin kontrol örneğe göre daha yüksek toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve toplam karotenoid madde içeriğine sahip olması balkabağı meyvesinin bu bileşenlerce zengin olmasının bir sonucudur.

5.2. Öneriler

1. Köpük kurutma son yıllarda önem kazanan bir kurutma yöntemidir. Bu çalışmada ilk defa köpük kurutma yöntemi bisküvi ve kek üretiminde kullanılmıştır. Bisküvi ve kek formülasyonlarında yüksek oranlarda NKBT ve KKBT'nin kullanımıyla ortaya çıkan kalite ve duyusal kayıpların daha sonraki yapılacak çalışmalarda farklı ikame maddelerinin denenmesi yararlı olacaktır.
2. Bisküvi ve kek, ara öğünlerde ve atıştırmalık olarak hem ülkemizde hem de dünyada yaygın tüketilen gıda maddeleridir. Bu tez çalışmasında geliştirilen bisküvi ve kek formülasyonlarının gıda endüstri ortamına taşınarak besleyici ve fonksiyonel besin öğeleri açısından yüksek bir alternatif olacaktır.
3. Balkabağı tozunun, bisküvi ve kek dışındaki diğer gıda formülasyonlarına kullanımının araştırılması ile gıda endüstrisine yeni fonksiyonel gıda ürünlerinin kazandırılması önemli olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- AACC, 1990, Approved method of the American association of cereal chemists, U.S.A.
- Abbasi, E. and Azizpour, M., 2016, Evaluation of physicochemical properties of foam mat dried sour cherry powder, *LWT-Food Sci Technol*, 68, 105-110.
- Abuşka, M., 2002, Jeotermal Enerjili Üzüm Kurutma Sistemi Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Adubofuor, J., Amoah, I. and Anomah, J. W., 2018, Anti-nutritional factors and mineral composition of pumpkin pulp and functional properties of pumpkin-wheat composite flour for bread preparation, *International Journal of Innovative Food Science and Technology*, 1–9.
- Agama-Acevedo, E., Islas-Hernández, J.J., Pacheco-Vargas, G., Osorio-Díaz, P. and Bello-Pérez, L.A., 2012, Starch digestibility and glycemic index of cookies partially substituted with unripe banana flour, *LWT-Food Science and Technology*, 46, 177-182.
- Ajila CM, Leelavathi K, Prasada Rao UJS. 2008, Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *J Cereal Sci*, 48: 319-326.
- Akbaş, Ö., Doğan, İ., ve Tunçtürk, Y., 2012, Yağı azaltılmış kek üretiminde ekzopolisakkarit kullanımı, *Gıda* 37 (3), 141-148.
- Aksoylu, Z., 2012, Bisküvinin fonksiyonel özellik taşıyan bazı bitkisel ürünlerce zenginleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Manisa, 1-7.
- Aktaş, M., 2007, Isı Pompası Destekli Fındık Kurutma Fırınının Tasarımı, İmalat ve Deneysel İncelenmesi, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-105.
- Alves-Filho, M. and Stranmen, I., 1996, The application of heat pump in drying of biomaterials, *Drying Technology*, 14(9), 2061–2090.
- 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.
- Anitha, S., Ramya, HN. and Ashwini, A., 2020, Effect of mixing pumpkin powder with wheat flour on physical, nutritional and sensory characteristics of cookies, *International Journal of Chemical Studies*, 8(4), 1030-1035.

Anonim, 2008, TS 13375, Türk Standardı, Kabul Tarihi: 30.04.2008, Mamul Gıdalar İhtisas Grubu; Hazır kekler - Sade, çeşnili ve dolgulu.

Anonim, 2017, TS 2383 Bisküvi Standardı, Türk Standartları Enstitüsü.

Anonim, 2019, FAOSTAT, 2019. *Food and Agriculture Organization Of The United Nations*, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, [Ziyaret Tarihi: 15 Ağustos 2019].

Anonim, 2020, TÜİK Bitkisel üretim istatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>, [Ziyaret Tarihi: 03.11.2020].

Anonim, 2021, TÜİK Sanayi ürünleri üretim miktarı (bisküvi üretim miktarı), 2005–2019, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=sanayi-114&dil=1>, [Ziyaret Tarihi: 30.04.2021].

Assous, M.T.M., Saad, E.M. Soheir and Dyab, A.S., 2014, Enhancement of quality attributes of canned pumpkin and pineapple, *Annals of Agricultural Science*, 59(1), 9-15.

Auisakchaiyoung, T. and Rojanakorn, T., 2015, Effect of foam-mat drying conditions on quality of dried Gac fruit (*Momordica cochinchinensis*) aril, *International Food Research Journal* 22(5): 2025-2031.

Aydın, E., 2014, Balkabağı (*Cucurbita moschata*) unu katkısının bisküvinin antioksidan aktivite ve besinsel kalitelerine etkileri, Doktora Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa.

Ayo, J. A., Ayo, V. A., Nkama, I., and Adewori, R., 2007, Physiochemical, In-Vitro Digestibility and Organoleptic Evaluation of Acha Wheat Biscuit Supplemented with Soybean Flour. *Nigerian Food Journal*, 25(1), 77-89.

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.

Ayten, A. ve Arslan, N., 2016, Limon Kabuğundan Elde Edilen Selüloz ve Karboksimetil Selülozun Reolojik Özellikleri. Fırat Üniversitesi, *Mühendislik Bilim Dergisi*, 28 (2), 119-133.

Aziah, N.A.A. and Komathi, C.A., 2009, Physicochemical and functional properties of peeled and unpeeled pumpkin flour. *Journal of Food Science*, 74(7), 328-333.

- Azizpour ,M., Mohebbi, M., Khodaparast, M.H.H. and Varidi, M., 2014, Optimization of foaming parameters and investigating the effects of drying temperature on the foam-mat drying of shrimp (*Penaeus indicus*), *Drying Technol*, 32: 4, 374-384.
- Bailey, L. H. and Leclere, J. A., 1935, Cake and cake making ingredients, *Cereal Chemistry*, 12, 175-180.
- Beğen, F., 2012, Yüksek lif içerikli bisküvi üretiminde lüpen (*lipunus albus l.*)kepeği kullanımı üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Bennion, E. B. and Bamford, G. S. T., 1997, The Technology of Cake Making, *Chapman & Hall*, London, UK, 245p.
- 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.
- Brar, A.S., 2018, Optimization of Foam-mat Drying process for Peaches, Master Tezi, *Guelph Üniversitesi*, Ontario, Canada, 1-84.
- Blumberg, J.B., 1995, Consideration of the scientific substantiation for antioxidant vitamins and beta-carotene in disease prevention, *American Journal of Clinical Nutrition*, 62, 1521-1526.
- Caili, F., Huan, S. and Quanhong, L., 2006, A review on pharmacological activities and utilization technologies of pumpkin, *Plant Foods for Human Nutrition*, 61, 73-80.
- Campos, E. T.,Cardoso, B. T., Ramos, S. R. R., Santos, D. O. and Carvalho, M. G., 2021, Processing and evaluation of pumpkin cake (*Cucurbita moschata*), *B.CEPPA*, Curitiba, v. 37, n. 1.
- 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.
- Cemeroğlu, B. ve Soyer, A., 2004, Kurutma, Gıda Mühendisliğinde Temel işlemler, Ankara, Türkiye, 347-466 pp.
- Cemeroğlu, B., 2017, Kurutma teknolojisi. Meyve ve sebze işleme teknolojisi, Bizim Grup Basımevi, Ankara.
- Ceylan, H., 2020, Dirençli nişasta ve yer elması ununun kek üretiminde kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

- Chaux-Gutiérrez, A. M., Santos, A. B., Granda-Restrepo, D. M. and Mauro, M. A., 2017, Foam mat drying of mango: Effect of processing parameters on the drying kinetic and product quality, *Drying Technology*, 35(5), 631-641.
- Çakmakçı, S. ve Çelik, İ., 1994, Gıda Katkı Maddeleri.Yayın No: 164. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, s.102-103, Erzurum.
- Çiftçi, S., 2018, Yağı azaltılmış bisküvi üretimi, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Dadalı, G., 2007, Bamya ve ıspanağın mikrodalga tekniğini kullanarak kurutulması, doku ve renk özelliklerinin incelenmesi ve modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 195s.
- Danilchenko, H., Paulauskiene, A., Dris, R. and Niskanen, R., 2000, Biochemical composition and processability of pumpkin cultivars, *Acta Hort*, 510, 493-497.
- Demir, R., 2020, Ekşi hamur tozu kullanımının kekin kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Antalya, 3-9.
- Demirel, H., 2017, Farklı turuncgillerden elde edilen albedoların bisküvi üretiminde kullanım imkanları, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 1-5.
- Dehghannayaa, J., Pourahmada, M., Ghanbarzadeha, B. and Ghaffarib, H., 2019, A Multivariable Approach for Intensification of Foam-Mat Drying Process: Empirical and Three-Dimensional Numerical Analyses, *Chemical Engineering & Processing: Process Intensification*, 22-41.
- Decker-Walters, D.S. and Walters, T.W., 2000, Squash. Cambridge University Press, Cambridge, UK., pp: 335-351.
- Di Scala, K., Vega-Gálvez, A., Uribe, E., Oyanadel, R., Miranda, M., Vergara, J. and Lemus-Mondaca, R., 2011, Changes of quality characteristics of pepino fruit (*Solanum muricatum* ait) during convective drying, *International Journal of Food Science and Technology*, 46(4), 746–753.
- Doğan, İ. S. ve Uğur, T., 2005, Van ve çevresinde yetiştirilen bazı buğdayların bisküvilik kalitesi üzerine bir araştırma, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, *Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*, 15 (2), 139-148.
- Duman, B., 2016, Bisküvi sektöründe tüketici davranışlarını etkileyen faktörlerin analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Bahçeşehir Üniversitesi*, Bursa.

- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987, Araştırma ve deneme metotları, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No:295, Ankara
- Egbekun, M.K., Suleiman, N. and Akinyeye, O. 1998, Utilization of fluted pumpkin fruit (*Telfairia occidentalis*) in marmalade manufacturing, *Plant Foods for Human Nutrition*, 52, 171-176.
- El-Demery, M. E. 2011, Evaluation of physico-chemical properties of toast breads fortified with pumpkin (*Cucurbita moschata*) flour. *The 6th Arab and 3rd International Annual Scientific Conference on Development of Higher Specific Education Programs in Egypt and the Arab World in the Light of Knowledge Era Requirements, Faculty of Specific Education, Mansoura University, Mansoura, Egypt*, 1, 13–14.
- Elgün, A., ve Ertugay, Z., 1995, Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Yayınları, Ziraat Fakültesi No:297, Ders Kitapları Serisi No: 53, Erzurum.
- Erafşar, F.K., 2020 Kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L. var. *vulgaris*) püresinin köpük kurutma yöntemiyle kurutulması, Yüksek Lisans Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 1-57.
- 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.
- Figueredo, E., Minguez, A. and Vidarte, L. L., 2000, Allergy to pumpkin and cross reactivity to other Cucurbitaceae fruits, *Journal of Allergy Clinical Immunology*, 106, 402-403.
- Francis, F., 1998, Colour analysis. In “Food Analysis” SS Nielsen. In: Aspen Publishers Gaithersburg, USA.
- Franco, T.S., Perussello, C.A., Ellendersen, L.D.S.N. and Masson, M.L., 2016, Foam mat drying of yacon juice: experimental analysis and computer simulation, *Journal of Food Engineering*, 158, 48–57.
- 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.
- 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 93 soybean oil of extracts from thompson grape bagasse, *Journal of the American Oil Chemists Society (JAOCS)*, (76), 1445-1447.
- Garau, M. C., Simal, S., Rosselló, C. and Femenia, A., 2007, Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fibre and antioxidant

- capacity of orange (*Citrus aurantium* v. Canoneta) by-products, *Food Chemistry*, 104(3), 1014–1024.
- 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.
- Guine, R. P. F., Pinho, S. and Barroca, M. J., 2011, Study of the convective drying of pumpkin (*Cucurbita maxima*), *Food and Bioproducts Processing*, 89 (4), 422.
- Gurung, B., Ojha, P. and Subba, D., 2016, Effect of mixing pumpkin puree with wheat flour on physical, nutritional and sensory characteristics of biscuit, *Journal of Food Science and Technology*, Nepal, 9, 85–89.
- Gürbüz, D., 2006, Balkabağının ozmotik kurutulması ve ozmotik kurutmanın kurutma hızına ve tekrar su alma özelliğine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 3-4.
- Gyamfi, M. A., Yonamine, M. and Aniya, Y., 1999, Free radical scavenging action of medical herbs from Ghana: *Thonningia sanguinea* on experimentally-induced liver injuries, *General Pharma*, 32(6), 661-667.
- Hardy, Z. and Jideani, V.A., 2017, Foam-mat drying technology: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(12), 2560–2572.
- Holdsworth, S.M., 1986, Advances in the dehydration of fruits and vegetables, concentration and drying of foods, D. Mac Carthy (Ed.), *Concentration and drying of foods*. London, UK, Elsevier, 293-303.
- Hoseney, R. C., 1986, Principles of Cereal Science and Technology, *American Association of Cereal Chemists*, 2nd. Edt., USA.
- Hoseney, R.C., 1998, Principles of cereal science and technology. American Assoc. of Cereal Chem.Int. St. Paul, Minesota, USA. p. 275-305.
- İpek, T., 2017, Farklı form ve oranlarda yerfıstığı ürünleri kullanılarak ev ve sanayi tipi kek üretiminin optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Osmaniye.
- İnkaya, A. N., 2008, Bisküvi üretiminde kestane kullanım olanaklarının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, 4-11.
- Jacobo-Valenzuela, N., Marostica-Junior, M. R., Zazueta-Morales, J. J. and Gallegos, J. A., 2011, Physicochemical, technological properties and health-benefits of *Cucurbitamoschata Duchense* vs. *Cehualca*, *Food Research International*, 44, 2587-2593.

- Jamali, S.N., Kashaninejad, M., Amirabadi, M.M. and Aalami, M., 2018, Kinetics of peroxidase inactivation, color and temperature changes during pumpkin (*Cucurbita moschata*) blanching using infrared heating, *Food Science and Technology*, 93, 456-462.
- Johanna, S., 2013, Functional properties of legume proteins compare to egg proteins and their potential as egg replacers in vegan food, *Journal of Experimental Psychology: General*, 136(1), 1-37.
- Kadam, D.M., Raj Rai, D., Patil, R.T., Wilson, R.A., Kaur, S. and Kumar, R., 2011, Quality of fresh and stored foam mat dried mandarin powder, *International Journal of Food Science & Technology*, 46, 793-799.
- Karaduman, Y., 2013, Seçilmiş yumuşak ekmeklik buğday hatlarında bisküvilik kalite özelliklerinin araştırılması, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Karim, A.A. and Wai, C.C., 1999, Foam-mat drying of starfruit (*Averrhoa carambola* L.) puree, stability and air-drying characteristics, *Food Chemistry*, 64(3), 337-343.
- Kandasamy, P., Varadharaju, N. and Kalemullah, S., 2012, Foam mat drying of papaya (*Carica papaya* L.) using glycerol monostearate as foaming agent, *Food Science and Quality Management*, 9, 17-27.
- Khamjae, T. and Rojanakorn, T., 2018, Foam-Mat Drying of Passion Fruit Aril. *International Food Research Journal*, 25(1), 204-212.
- Kılıcı, M., 2019, Balkabağı Lifi ve Şeker Pancarı Lifi İlavesinin Eriştenin Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Aksaray, 47-48.
- Kılınç, M., 2015, Püskürtülerek kurutulmuş bal tozunun bisküvi üretiminde şeker ikamesi olarak kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Kim, M. K., Lee, E. J. and Kim K. H., 2014, Effects of Helianthus tuberosus powder on the quality characteristics and antioxidant activity of rice sponge cakes, *Korean Journal Food Culture*, 29, 2, 195-204.
- Koç, M. ve Varhan, E., 2017, Köpük kurutma yöntemi ile gıdaların kurutulması, *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(6), 637-645.
- 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., İsci, A. ve Şakıyan, D.Ö., 2015, Gıdalarda ince tabaka kurutma modelleri, *Gıda* 40(1), 39-46.
- Lambo, A.M., Öste, R. and Nyman, M.E.G.L., 2005, Dietary fibre in fermented oat and barley β -glucan rich concentrates, *Food Chemistry*, 89, 283-293.
- Lawson, H., 1995, Food oils and fats technology, utilization and nutrition., *Chapman and Hall an International Thomson Publishing Company, USA*, 339 p.
- Lee, C. H., Cho, J. K., Lee, S. J., Koh, W., Park, W. and Kim, C. H., 2002, Enhancing β -Carotene content in asian noodles by adding pumpkin powder, *Cereal Chemistry*, 79 (4), 593–595.
- Lee, Y.K, Chung, W.I. and Ezura, H., 2003, Efficient plant regeneration via organogenesis in winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.), *Plant Science*, 164, 413-418.
- Lee, C. H., Chun, S. S. and Kim, M. Y., 2008, Quality characteristics of hard roll bread with concentrated sweet pumpkin powder, *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 37 (7), 914-920.
- Levent, N. ve Bilgiçli, N., 2013, Quality evaluation of wheat germ cake prepared with different emulsifiers, *Journal of Food Quality*, 334-341.
- Lu, T. M., Lee, C. C., Maud, J. L. and Lin, S. D., 2010, Quality and antioxidant property of green tea sponge cake, *Food Chemistry*, 119, 1090–1095.
- Madenci, A. B. ve Türker, S., 2011, Helal bakış açısıyla bazı bisküvi formülasyonlarının incelenmesi, *1. Ulusal Helâl ve Sağlıklı Gıda Kongresi*, 19-20.
- Martinez-Giron, J., Figueroa-Molano, A. M. and Ordonez-Santos, L. E., 2017, Effect of the addition of peach palm (*Bactris gasipaes*) peel flour on the color and sensory properties of cakes, *Food Science and Technology*, Campinas, 37(3), 418-424.
- Marques, L. G., Prado, M. M. and Freire, J. T., 2009, Rehydration characteristics of freeze-dried tropical fruits, *LWT - Food Science and Technology*, 42, 1232–1237.
- Melendez-Martinez, A. J., Vicario, I. M. and Heredia, F. J., 2007, Analysis of carotenoids in orange juice, *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 638–649.
- Meral, R. ve Doğan, İ. S., 2009, Fonksiyonel öneme sahip doğal bileşenlerin unlu mamullerin üretiminde kullanımı, *Gıda*.34 (3), 193-198.
- Mercan, N. ve Boyacıoğlu, M., 1999a, Kek Üretim Teknolojisi: Kekin Tanımı, Sınıflandırılması Ve Üretimi, *Dünya Gıda Dergisi*, 45, 36–39.

- Mercan, N., ve Boyacıoğlu, M. H., 1999b, Kek Üretiminde Yaygın Olarak Kullanılan Bileşenler Ve Fonksiyonları, *Dünya Gıda Dergisi*, 47, 36-42.
- Mleko, S. and W. Gustaw. 2002, Rheological changes due to substitution of total milk proteins by whey proteins in dairy desert, *Journal of Food Science and Technology*, Vol.39 (2), 170-172.
- Mosquera, L. H., Moraga, G. and Martinez-Navarrete, N., 2010, Effect of maltodextrin on the stability of freeze-dried borjón (Borjón patinoi Cuatrec.) powder, *Journal of Food Engineering*, 97, 72–78.
- Murkovic, M., Piironen, V., Lampi, A.M., Kraushofer, T. and Sontag, G., 2004, Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil, *Food Chemistry*, 84(3), 359–365.
- Muthukumaran, A., Ratti, C. and Raghavan, V.G.S., 2008, Foam mat freeze drying of egg white – mathematical modeling part 2: freeze drying and modeling, *Drying Technology*, 26(4), 513-518.
- Nadir, A.E.S., Helmy, M.F.İ., and Kamil, M.M., 2011, Effect of using jerusalem artichoke and inulin flours on producing low carbohydrate high protein pasta, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5, 12, 2855-2864.
- Niamnuy, C., Devahastin, S. and Soponronnarit, S., 2007, Effects of process parameters on quality changes of shrimp during drying in a jet-spouted bed dryer, *Journal of Food Science*, 72(9), E553-E563.
- 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.
- Olçay, N., 2019, Farklı teknikler ile kurutulmuş kamkat meyvesinin, bisküvi ve kek üretiminde kullanım imkanları, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- 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.
- Önder, K., 2016, Türkiye Bisküvi, Çikolata ve Şekerli Mamüller Sektörü Firma Yoğunlaşma Analizi, *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(2), 179-208.
- Pareyt, B. and Delcour, J. A., 2008, The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: a review on sugar-snap cookies, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 824-839.

- Parlak, N., 2014, Akışkan yataklı kurutucuda zencefilin kuruma kinetiğinin incelenmesi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29 (2), 261-269.
- Polat, Y., 2007, Buğday ununa balkabağı tozu ilavesinin unun ekmeklik kalitesi üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Pongjanta, J., Naulbunrang, A., Kawngdang, S., Manon, T. and Thepjaika, T., 2006, Utilization of pumpkin powder in bakery products, *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 28(Suppl. 1), 71-79.
- Premavalli, K.S., Vidyasagar, K. and Arya, S.S., 1991, Storage behaviour of vegetable halwas, *Indian Food Packer*, 45(4), 29-34.
- Provesi, J.G., Dias, C. O., Amboni, R.D.M.C. and Amante, E.R. 2012, Characterisation and stability of quality indices on storage of pumpkin (*Cucurbita moschata* and *Cucurbita maxima*) purees, *International Journal of Food Science & Technology*, 47(1), 67-74.
- Ptitchkina, N.M., Novokreschonova, L.V., Piskunova, G.V. and Morris, E.R., 1998, Large enhancements in loaf volume and organoleptic acceptability of wheat 44 bread by small additions of pumpkin powder: possible role of acetylated pectin in stabilising gas-cell structure, *Food Hydrocolloids*, 12, 333-337.
- Pumpkin Composition, 2018, *National Agricultural Library*, <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/11422?fgcd=&manu=&format=&offset=&sort=default&order=asc&ds=&qt=&qp=&qq=&qn=&q=&ing=> [Ziyaret Tarihi: 27 Ağustos 2019].
- Qanhong, L., Caili, F., Yukui, R., Guanghui, H. and Tongyi, C., 2005, Effects of protein-bound polysaccharide isolated from pumpkin on Insulin in Diabetic Rats, *Plant Foods for Human Nutrition*, 60, 1-4.
- Que, F., Mao, L., Fang, X. and Wu, T., 2008, Comparison of hot air-drying and freeze-drying on the physicochemical properties and antioxidant activities of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) flours, *International Journal of Food Science & Technology*, 43(7), 1195-1201.
- Sadahira, M.S., Rodrigues, M.I., Akhtar, M., Murray, B.S. and Netto, F.M., 2016, Effect of egg white protein-pectin electrostatic interactions in a high sugar content system on foaming and foam rheological properties, *Food Hydrocolloid*, 58, 1-10.
- Sagar, V.R. and Kumar, P.S., 2010, Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables, *Journal Food Science and Technology*, 47(1), 15-26.
- Saldamlı, İ., “Gıda Kimyası” Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 1998.

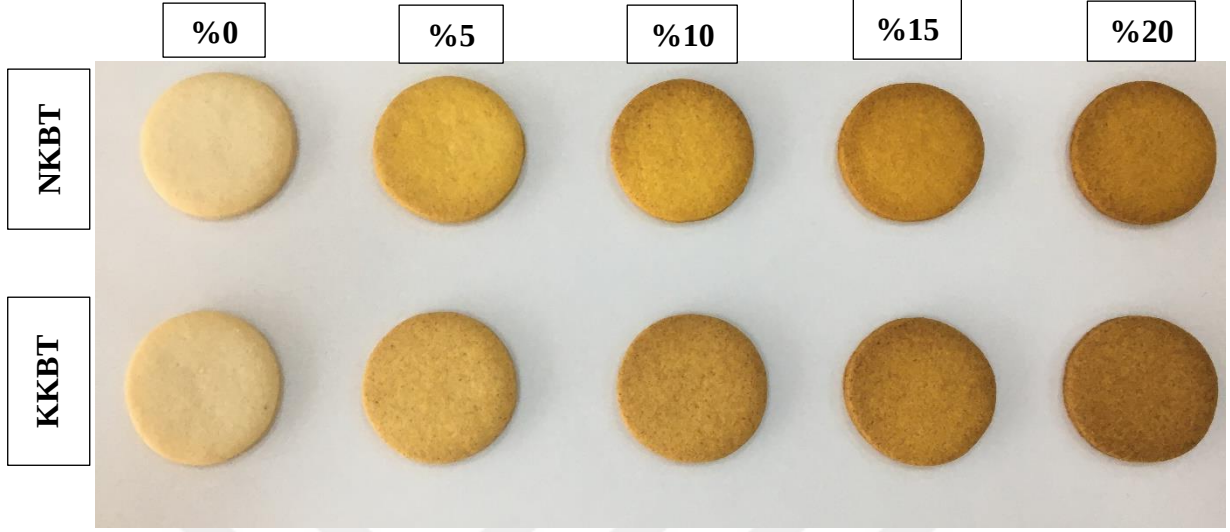
- Saleh, S. M., and Ali, S., 2020, Physico-functional properties, nutritional quality and sensory characteristics of pumpkin peel puree fortified biscuit, *Egyptian Journal of Food Science*, Vol. 48, No.1, pp. 203-212.
- Sangamithra, A., Venkatachalam, S., John, S. G. and Kuppuswamy, K., 2015, Foam mat drying of food materials, *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 3165–3174.
- Sathiya Mala, K., Aathira, P., Anjali, E. K., Srinivasulu, K. and Sulochanamma, G., 2018, Effect of pumpkin powder incorporation on the physico-chemical, sensory and nutritional characteristics of wheat flour muffins, *International Food Research Journal*, 25(3), 1081-1087.
- See, E., Wa, Wan Nadiah, W.A. and Noor Aziah, A.A., 2007, Physico-Chemical and sensory evaluation of breads supplemented with pumpkin flour, *Asean Food Journal*, 14, 123-130.
- Seo, J. S., Burrib, B. J., Quan, Z. and Neidlinger, T. R., 2005, Extraction and chromatography of carotenoids from pumpkin, *Journal of Chromatography A*, 1073, 371–375.
- Sharada, S., 2013, Studies on effect of various operating parameters & foaming agents-drying of fruits and vegetables, *International Journal of Modern Engineering Research*, 94(3), 219-243.
- Sharma, J.R. and Kumar, J.C. 1995, Pumpkin varieties suitable for ketchup, *Punjab Veg Grow*, 30, 64-65.
- Sica, D. A., Struthers, A. D., Cushman, W. C., Wood, M., Banas, J. S. and Epstein, M., 2002, Importance of potassium in cardiovascular disease, *The Journal of Clinical Hypertension*, 4, 3, 198-206.
- Skujins, S., 1998, Handbook for ICP – AES (Vartian-Vista), a short guide to vista series ICP– AES operation, *Variant Int. AG, Zug, version 1.0*, Switzerland.
- Soares, A.D.S., Ramos, A.M., Vieira, N.R., Silva, E., Vanzela, L. and Paula, D.D.A., 2018, Original article vacuum impregnation of chitosan-based edible coating in minimally processed pumpkin, *International Journal of Food Science and Technology*, 53, 2229-2238.
- Sonawane, S.K. and Arya, S.S., 2015, Effect of drying and storage on bioactive components of jambhul and wood apple, *Food Science and Technology*, 52(5), 2833–2841.
- Soysal, Y., 2004, Microwave Drying Characteristics of Parsley, *Biosystems Engineering*, 89(2), 167 – 173 pp.

- Sudha, M.L., Vetrinani, R. and Leevathi, K., 2007, Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality, *Food Chemistry*, 100:1365-1370.
- Şahin, H., Topuz, A., Pischetsrieder, M. and Özdemir, F., 2009, Effect of roasting process on phenolic, antioxidant and browning properties of carob powder. *European Food Research and Technology*, 230(1), 155.
- Şensoy, S., Büyükalaca, S. ve Abak, K. 2007, Evaluation of genetic diversity in Turkish melons (*Cucumis melo* L.) based on phenotypic characters and RAPD markers, *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54, 1351-1365.
- Temiz, H. ve Yeşilsu, A. F., 2006, Bitkisel protein kaynaklı yenilebilir film ve kaplamalar, *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 2, 41-50.
- Teotia, M.S., Saxena, A.K., Berry, S.K. and Ahuja, D.K., 2004, Development of instant pumpkin kofta, *Journal Food Science Technology*, 41, 703-706.
- Thuwapanichayanan, R., Prachayawarakorn, S. and Soponronnarit, S., 2007, Drying characteristics and quality of banana foam-mat, *Journal of Food Engineering*. 86, 573-583.
- Tontul, İ., 2017, Kırınım pencere (refractance window) ve mikrodalga destekli sıcak hava kurutma teknikleri ile fonksiyonel bileşenlerce zengin nar pestili üretimi, Doktora Tezi, *Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 1-139.
- Tontul, İ. ve Topuz, A., 2017, Effects of different drying methods on the physicochemical properties of pomegranate leather (pestil), *LWT*, 80, 294-303.
- Topkaya, C., 2017, Nar kabuğu tozu ilavesinin keklerin besinsel, duyu 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.
- Türksoy, S. ve Özkaya, B., 2011, Pumpkin and Carrot Pomace powders as a Source of Dietary Fiber and Their effects on Mixing properties of wheat Flour dough and Cookie Quality, *Food Science and Technology Research*, 17,6, 545-553.
- 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.
- Ünal, S.S., 1991, Hububat teknolojisi, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Yayın No:29, İzmir, syf.191-198.
- Wilderjans, E., Luyts, A., Brijs, K. and Delcour, J.A., 2013, Ingredient functionality in batter type cake making, *Trends in Food Science & Technology*, 30, 6-15.
- Xanthopoulou, M. N., Nomikos, T., Fragopoulou, E. and Antonopoulou, S. 2009, Antioxidant and lipoxygenase inhibitory activities of pumpkin seed extracts, *Food Research International*, 42, 641–646.
- Venkatachalam S., Sangamithra A., John S.G. and Kuppuswamy, K., 2014, Foam mat drying of food materials, *Journal of Food Processing and Preservation*, 39, 3165-3174.
- Wang, P., Liu, J.C. and Zhao, Q.Y., 2002, Studies on nutrient composition and utilization of pumpkin fruit, *Journal of Inner Mongolia Agricultural University*, 23, 52-54.
- Yerlikaya, O., Kınık, Ö., ve Akbulut, N., 2010, Peyniraltı suyunun fonksiyonel özellikleri ve peyniraltı suyu kullanılarak üretilen yeni nesil süt ürünleri, *GIDA (2010)*, 35 (4), 289-296.
- Yıldız, Ö., 2002, Düşük Kalorili Kek Üretimi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Van.
- Zhang, F., Jiang, Z.M. and Zhang, E.M., 2000, Pumpkin function properties and application in food industry, *Science and Technology of Food Industry*, 21, 62-64.

EKLER**EK-1 Kurutulup Öğütülmüş Balkabağından Elde Edilen Tozlar**

EK-2 Bisküvi Örneklerine Ait Görseller (NKBT: Normal kurutulmuş balkabağı tozu, KKBT: Köpük kurutulmuş balkabağı tozu)



EK-3 Kek Örneklerine Ait Görseller (NKBT: Normal kurutulmuş balkabağı tozu, KGBT: Köpük kurutulmuş balkabağı tozu)

