



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



PORTAKAL VE NAR KABUĞU
ATIKLARININ BİSKÜVİ VE KEK
ÜRETİMİNDE KULLANIM OLANAKLARI

Sinem ERDOĞDU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Eylül-2023
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Sinem ERDOĞDU tarafından hazırlanan “Portakal Ve Nar Kabuğu Atıklarının Bisküvi Ve Kek Üretiminde Kullanım Olanakları” adlı tez çalışması 22/09/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR

Danışman

Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

Üye

Doç. Dr. Sultan ASLAN TONTUL

İmza

.....

.....

.....

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

Prof. Dr. Şerife Yurdagül KUMCU
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri koordinatörlüğü tarafından 221319011 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.

Sinem ERDOĞDU

Tarih: 22.09.2023

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PORTAKAL VE NAR KABUĞU ATIKLARININ BİSKÜVİ VE KEK ÜRETİMİNDE KULLANIM OLANAKLARI

Sinem ERDOĞDU

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

2023,124 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR

Doç. Dr. Sultan ASLAN TONTUL

Bu çalışmada, gıda endüstrisinde atık olarak tanımlanan portakal kabuğu ve nar kabuğu bisküvi ve kek üretiminde kullanılan buğday ununa farklı oranlarda (% 0, 5, 10, 15, 20) ikame edilerek kullanım olanakları araştırılmıştır. Üretilen bisküvi örneklerinin fiziksel (renk, çap, kalınlık, yayılma oranı, sertlik ve kırılgenlik), kimyasal (nem, su aktivitesi, kül, ham yağ, ham protein, diyet lif, karbonhidrat ve enerji) fonksiyonel (toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite) ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Kek hamurlarında bazı fiziksel özellikler (özgül ağırlık, pH), kek örneklerinde ise fiziksel (hacim, simetri, tekdüzellik, sertlik ve esneklik), kimyasal (nem, su aktivitesi, kül, ham yağ, ham protein, diyet lif, karbonhidrat ve enerji) ve fonksiyonel (toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite) ve duyuşal özellikler incelenmiştir. Portakal kabuğu tozu ikame edilen bisküvilerin ikame oranına bağı olarak L^* ve ton açısı değerlerinde düşüş, a^* ve doygunluk indeksi değerlerinde artış gözlenmiştir. Nar kabuğu tozu ve portakal kabuğu tozu ikameli bisküvi örneklerinin kontrol grubu örneklere göre daha küçük çaplı, daha kalın ve daha az yayılma oranına sahip olduğu belirlenmiş, ikame oranı arttıkça çap ve yayılma oranının düştüğü, kalınlığın arttığı tespit edilmiştir. İkame oranının artışı sertlik değerlerinde de düşüşe sebep olmuştur. İkame oranının artışı ile birlikte nem, su aktivitesi, kül, diyet lif, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinde artış, protein, karbonhidrat ve enerji değerlerinde ise düşüş gözlenmiştir.

Portakal kabuğu tozu ve nar kabuğu tozu ikameli kek hamuru örneklerinin ikame oranı arttıkça özgül ağırlık değerlerinde artış, pH değerlerinde azalış gözlemlenmiştir. Portakal kabuğu tozu ve nar kabuğu tozu katkılı kek örneklerinin kabuk renginin L^* , a^* ve b^* ve ton açısı değerlerinde düşüş olduğu tespit edilmiştir. Kek örneklerinin iç renk değerlerinde ise L^* , b^* , ton açısı değerlerinde düşüş, a^* değerinde ise artış gözlenmiştir. Portakal kabuğu tozu ikameli kek örneklerinin nar kabuğu tozu ikameli örneklere göre daha büyük hacim ve simetri indeksine ve daha esnek bir yapıya sahip olduğu belirlenmiş, ikame oranı arttıkça hacim ve simetri indeksi, tekdüzellik indeksi ve esneklik değerlerinin düştüğü, sertlik değerinin ise arttığı tespit edilmiştir. Portakal kabuğu tozu ve nar kabuğu tozu ile ikame edilen kek örneklerinde nem, su aktivitesi, kül, yağ, diyet lif, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleri artmış, protein, karbonhidrat ve enerji değerleri düşmüştür. Sonuç olarak portakal kabuğu ve nar kabuğu tozlarının bisküvi ve kek üretiminde kullanımı ile kimyasal ve besinsel özelliklerinin geliştirilebileceği ve fonksiyonelliğin arttırılabileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Atık ürün, Bisküvi, Fonksiyonel ürün, Nar Kabuğu, Portakal Kabuğu.

ABSTRACT**MS****POSSIBILITIES OF USING ORANGE AND POMEGRANATE PEEL WASTES
IN BISCUIT AND CAKE PRODUCTION****Sinem ERDOĞDU****THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN FOOD ENGINEERING****Advisor: Assoc. Prof. Nilgün ERTAŞ****2023,124 Pages****Jury****Assoc. Prof. Nilgün ERTAŞ
Assoc. Prof. Mustafa Kürşat DEMİR
Assoc. Prof. Sultan ASLAN TONTUL**

In this study, the possibilities of using orange peel and pomegranate peel, which are defined as waste in the food industry, by substituting different ratios (0, 5, 10, 15, 20 %) to wheat flour used in biscuit and cake production were investigated. Physical (color, diameter, thickness, spreading rate, hardness and brittleness), chemical (moisture, water activity, ash, crude fat, crude protein, dietary fiber, carbohydrate and energy) functional (total phenolic content, antioxidant activity) and sensorial properties of biscuit samples were analyzed. Some physical properties of cake batter (specific gravity, pH), and physical (volume, symmetry, uniformity, hardness and flexibility), chemical (moisture, water activity, ash, crude fat, crude protein, dietary fiber, carbohydrate and energy) and functional (total phenolic substance amount, antioxidant activity) and sensorial properties of cake samples were examined. Depending on the substitution rate of biscuits replacing orange peel powder, a decrease in L^* and hue angle values and an increase in a^* and saturation index values were observed. It was determined that the biscuit samples substituted with pomegranate peel powder and orange peel powder had smaller diameter, more thicker and less spreading ratio than the control samples. As the substitution rate increased, the diameter and spreading rate decreased and the thickness increased. The increase in substitution rate also caused a decrease in hardness values. With the increase in the substitution rate, an increase in moisture, water activity, ash, dietary fiber, total phenolic substance and antioxidant activity values, and a decrease in protein, carbohydrate and energy values were observed.

As the substitution rate of cake dough samples substituted with orange peel powder and pomegranate peel powder increased, an increase in specific gravity values and a decrease in pH values were observed. It was determined that there was a decrease in the L^* , a^* and b^* and hue angle values of the crust color of the cake samples with orange peel powder and pomegranate peel powder. In the inner color values of the cake samples, a decrease was observed in L^* , b^* , hue angle values and an increase in a^* value. It was determined that the cake samples substituted with orange peel powder had a larger volume and symmetry index and more flexible structure than the samples substituted with pomegranate peel powder. As the substitution rate increased, the volume and symmetry index, uniformity index and flexibility values decreased and the hardness value increased. In cake samples substituted with orange peel powder and pomegranate peel powder, moisture, water activity, ash, fat, dietary fiber, total phenolic substance amount and antioxidant activity values increased, while protein, carbohydrate and energy values decreased. As a result, it was concluded that the chemical and nutritional properties can be improved and the functionality can be increased by using orange peel and pomegranate peel powders in biscuit and cake production.

Keywords: Biscuit, Cake, Functional product, Orange Peel, Pomegranate Peel, Waste product

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, mezuniyet sürecinin önemli bir adımını oluşturmuştur. Bu süreçte bana destek veren ve çalışmamın gerçekleşmesinde büyük katkıları olan birçok kişiye teşekkür etmek istiyorum.

Tez konumun belirlenmesi, geliştirilmesi ve sonuca ulaştırılması sırasında bana her zaman rehberlik eden, bilgi ve deneyimlerini paylaşan sevgili danışmanım Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ'a teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Ayrıca, analiz çalışmalarında yardımları olmadan bu tezi tamamlamam mümkün olmayan Mine ASLAN ve Esmenur BULUT'a,

Bana her zaman güvenip destekledikleri için, sevgileri benim için her zaman büyük bir motivasyon kaynağı olan sevgili ailem Sedat ERDOĞDU, Çiğdem ERDOĞDU ve Didem ERDOĞDU DENİZ ve Sadettin DENİZ'e,

Ayrıca, tez çalışmalarım sırasında her türlü yardımı, sevgilerini ve en önemlisi desteklerini esirgemeyen değerli çalışma arkadaşlarım Dr. İclal ÇETİN TAŞ, Dr. Ahmet Anıl MÜNGEN, Saliha SÖKEN, Nihal UĞUR ve Eren İZCİ'ye de en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Son olarak, tez çalışmamın sonunda emeği geçen tüm kişilere teşekkürlerimi sunarım. Bu çalışma, benim akademik gelişimimde önemli bir kilometre taşı olmuştur ve sizin katkılarınızla gerçekleştirebilmiştir.

Sinem ERDOĞDU
KONYA-2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
ÇİZELGELER LİSTESİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Türkiye ve Dünyada Gıda Atığı.....	3
2.2. Gıda Endüstrisi Yan Ürünleri	5
2.3. Portakal (<i>Citrus sinensis</i>).....	13
2.4. Nar (<i>Punica granatum</i>).....	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	26
3.1. Materyal	26
3.2. Yöntem.....	26
3.2.1. Deneme deseni	26
3.2.2. Portakal kabuğu ve nar kabuğu tozu üretimi	26
3.2.3. Hammaddelerde gerçekleştirilen fiziksel analizler	27
3.2.4. Hammaddelerde gerçekleştirilen kimyasal analizler	27
3.2.5. Hammaddelerde gerçekleştirilen fonksiyonel analizler.....	29
3.2.6. Bisküvi üretim metodu.....	30
3.2.7. Bisküvi örneklerinde gerçekleştirilen fiziksel analizler.....	31
3.2.8. Bisküvi örneklerinde gerçekleştirilen kimyasal analizler	32
3.2.9. Bisküvi örneklerinde gerçekleştirilen fonksiyonel analizler	33
3.2.10. Duyusal değerlendirme	33
3.2.11. Kek üretim metodu	33
3.2.12. Kek örneklerinde gerçekleştirilen fiziksel analizler	35
3.2.13. Kek örneklerinde gerçekleştirilen kimyasal analizler	36
3.2.14. Kek örneklerinde gerçekleştirilen fonksiyonel analizler	37
3.2.15. Duyusal değerlendirme	37
3.2.16. İstatiksel analizler	37
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	38
4.1. Hammadde Analiz Sonuçları	38

4.2. Bisküvi Analiz Sonuçları	41
4.2.1. Fiziksel analizler	41
4.2.2. Kimyasal analizler	52
4.2.3. Fonksiyonel analizler	62
4.2.4. Duyusal değerlendirme	66
4.3. Kek Analiz Sonuçları	69
4.3.1. Fiziksel analizler	69
4.3.2. Kimyasal analizler	95
4.3.3. Fonsiyonel analizler	104
4.3.4. Duyusal değerlendirme	108
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	110
5.1 Sonuçlar	110
5.2 Öneriler	111
6. KAYNAKLAR	113
ÖZGEÇMİŞ	125

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

µg	: Mikrogram
µl	: Mikrolitre
a*	: (+) kırmızı, (-) yeşil renk değeri
aw	: Su aktivitesi
b*	: (+) sarı, (-) mavi renk değeri
°C Celsius	: Santigrat derece
g	: Gram
Hue angle	: Renk özü
kg	: Kilogram
L*	: Parlaklık
mg	: Miligram
mm	: Milimetre
nm	: Nanometre
SI	: Doygunluk indeksi
sn	: Saniye

Kısaltmalar

AACC	: Amerikan Klinik Kimya Derneği
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
HDL	: Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein
LDL	: Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
USDA	: Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı
VLDL	: Çok Düşük Yoğunluklu Lipoprotein

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Gıdanın tedarik zinciri sırasında geçtiği aşamalar (FAO, 2011)	7
Şekil 2.2. Her gıda grubunun yüzde atık miktarı (ReFED, 2016)	8
Şekil 2.3. Ülkemizde yıllara göre portakal üretim verileri (TÜİK, 2019)	14
Şekil 2.4. Portakal meyvesinin iç yapısının kesiti	16
Şekil 3.1. Farklı oranlarda portakal kabuğu ve nar kabuğu ilave edilen bisküvi örnekleri	31
Şekil 3.2. Farklı oranlarda portakal kabuğu ve nar kabuğu tozu ilave edilen kek örnekleri	34
Şekil 4.1. Bisküvi örneklerinin L^* değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu	43
Şekil 4.2. Bisküvi örneklerinin doygunluk indeksi üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu	45
Şekil 4.3. Bisküvi örneklerinin ton açısı değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu	46
Şekil 4.4. Bisküvi örneklerinin çap değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu	49
Şekil 4.5. Bisküvi örneklerinin sertlik değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu	50
Şekil 4.6. Bisküvi örneklerinin kırılmalık değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu	51
Şekil 4.7. Bisküvi örneklerinin su aktivitesi değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu	55
Şekil 4.8. Bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarı değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu	64
Şekil 4.9. Bisküvi örneklerinin antioksidan aktivite değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu	66
Şekil 4.10. Bisküvi örneklerinin duyu analizi sonuçları	68
Şekil 4.11. Kek hamuru örneklerinin pH değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu	72
Şekil 4.12. Kek örneklerinin kabuk a^* değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu	77
Şekil 4.13. Kek örneklerinin kabuk b^* değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu	78
Şekil 4.14. Kek örneklerinin kabuk H^* değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu	79
Şekil 4.15. Kek örneklerinin iç renk L^* değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu	82
Şekil 4.16. Kek örneklerinin iç a^* değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu	83
Şekil 4.17. Kek örneklerinin iç b^* değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu	84
Şekil 4.18. Kek örneklerinin iç doygunluk indeksi değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu	85
Şekil 4.19. Kek örneklerinin iç ton açısı değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu	86
Şekil 4.20. Kek örneklerinin hacim indeksi değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu	90

Şekil 4.21. Kek örneklerinin tekdüzelik indeksi değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu.....	91
Şekil 4.22. Kek örneklerinin sertlik değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu.....	93
Şekil 4.23. Kek örneklerinin esneklik değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu.....	94
Şekil 4.24. Kek örneklerinin su aktivitesi değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu	98
Şekil 4.25. Kek örneklerinin kül değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu.....	99
Şekil 4.26. Kek örneklerinin toplam fenolik madde değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu.....	105
Şekil 4.27. Kek örneklerinin antioksidan aktivite değerleri üzerinde etkili ' <i>atık ürün x ikame oranı</i> ' interaksyonu.....	107
Şekil 4.28. Kek örneklerinin duyu analizi sonuçları	109



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 2.1. Portakal meyvesinin genel kimyasal bileşimi*	15
Çizelge 2.2. Ülkemizde yıllara göre nar üretim verileri (TÜİK,2018)	20
Çizelge 2.3. Nar meyvesinin genel kimyasal bileşimi (USDA, 2018)*	22
Çizelge 3.1. Kontrol grubu bisküvi formülasyonunda kullanılan ingrediye ntler	30
Çizelge 3.2. Kontrol grubu kek formülasyonunda kullanılan ingrediye ntler	34
Çizelge 4.1. Bisküvi ve kek üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait renk değ erleri ¹	38
Çizelge 4.2. Bisküvi ve kek üretiminde kullanılan hammaddelere ait kimyasal ve fonksiyonel analiz sonuçları ¹	39
Çizelge 4.3. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerine ait renk değ erleri ¹	41
Çizelge 4.4. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerinin renk değ erlerine ait varyans analiz sonuçları ¹	42
Çizelge 4.5. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerinin renk değ erlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	42
Çizelge 4.6. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerine ait fiziksel ve tekstürel analiz değ erleri ¹	47
Çizelge 4.7. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerinin fiziksel ve tekstürel analiz değ erlerine ait varyans analiz sonuçları ¹	47
Çizelge 4.8. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerinin fiziksel ve tekstürel analiz değ erlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	48
Çizelge 4.9. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerine ait kimyasal analiz değ erleri ¹	53
Çizelge 4.10 Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerinin kimyasal analiz değ erlerine ait varyans analiz sonuçları ¹	53
Çizelge 4.11. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerine ait kimyasal analiz değ erlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	54
Çizelge 4.12. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerine ait diyet lifi, karbonhidrat ve enerji değ erleri ¹	60
Çizelge 4.13. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerinin diyet lifi, karbonhidrat ve enerji değ erlerine ait varyans analiz sonuçları ¹	60
Çizelge 4.14. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerine ait örneklerinin diyet lifi, karbonhidrat ve enerji değ erlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	60
Çizelge 4.15. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerine ait toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değ erleri ¹	63
Çizelge 4.16. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değ erlerine ait varyans analiz sonuçları ¹	63
Çizelge 4.17. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerine ait toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değ erlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	63
Çizelge 4.18. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek hamuru örneklerine ait özgül ağırlık ve pH değ erleri ¹	69
Çizelge 4.19. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek hamuru örneklerinin özgül ağırlık ve pH değ erlerine ait varyans analiz sonuçları ¹	70

Çizelge 4.20. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek hamuru örneklerinin özgül ağırlık ve pH değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	70
Çizelge 4.21. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerine ait kabuk renk değerleri ¹	74
Çizelge 4.22. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerinin kabuk renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları ¹	74
Çizelge 4.23. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerinin kabuk renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	75
Çizelge 4.24. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerine ait iç renk değerleri ¹	80
Çizelge 4.25. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerinin iç renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları ¹	81
Çizelge 4.26. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerinin iç renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	81
Çizelge 4.27. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerine ait fiziksel ve tekstürel analiz değerleri ¹	88
Çizelge 4.28. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerinin fiziksel ve tekstürel analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları ¹	88
Çizelge 4.29. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerinin fiziksel ve tekstürel analiz değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	89
Çizelge 4.30. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerine ait kimyasal analiz değerleri ¹	95
Çizelge 4.31. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları ¹	96
Çizelge 4.32. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerine ait kimyasal analiz değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	96
Çizelge 4.33. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerine ait diyet lifi, karbonhidrat ve enerji değerleri ¹	101
Çizelge 4.34. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerinin diyet lifi, karbonhidrat ve enerji değerlerine ait varyans analiz sonuçları ¹	102
Çizelge 4.35. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerine ait diyet lifi, karbonhidrat ve enerji değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	102
Çizelge 4.36. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerine ait toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleri ¹	104
Çizelge 4.37. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerlerine ait varyans analiz sonuçları ¹	105
Çizelge 4.38. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerine ait toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	105

1. GİRİŞ

Tahıllar, besin piramidindeki en büyük besin grubunu oluştururken, un ve ekmek insanlığın varoluşundan bu yana en temel besin maddeleri olarak kabul edilmektedir. Tarımın gelişmesi, tahıl ürünleri için çeşitli üretim ve tüketim yöntemlerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu gelişmelerle birlikte değişen yaşam koşulları, artan kadın işgücü, yemek saatlerinin azalması kek, bisküvi, kraker gibi yiyecekleri popüler hale getirmiştir.

Tahıllar birçok ülkenin ekonomisinde ve tarımsal üretiminde olduğu kadar insan beslenmesinde de hayati bir rol oynamaktadır. Tahıllar, hemen her bölgede üretilebilen, doyurucu, enerji veren, kısmen besin değeri taşıyan protein içeren ve kolay muhafaza edilen bir besin kaynağıdır. Tam tahıllı gıdalar, tüketici talepleri nedeniyle son yıllarda giderek daha popüler hale gelmiştir. Tahıllar, çoğu ülkede temel gıda maddesi olarak yaygın şekilde kullanılmaları nedeniyle sıklıkla temel besinlerle zenginleştirilir. Bisküvi sektörü, zenginleştirilmiş tahılların sıklıkla ve fonksiyonel olarak kullanıldığı alanlardan birisidir.

Gıda endüstrisinde bisküvi üretimi önemli bir sektördür. Bisküvi ürün yelpazesi gelişmiş ülkelerde büyük bir pazar payına sahipken, gelişmekte olan ülkelerde de hızlı bir büyüme göstermektedir (Karaduman, 2013). Bisküvilerin, farklı lezzetleri ve uzun raf ömrü sayesinde yemek dışı beslenmede önemli bir yer tuttuğu belirtilmektedir (Elgün ve ark., 2007; İnkaya, 2008; Karaduman, 2013).

Atıştırmalık fırıncılık gıda ürünleri grubunun pazar payı yüksek bir diğer önemli ögesi kektir. Keklerin doyurucu özelliği ve çeşitliliği bakımından pek çok seçeneğinin bulunması tercih edilmesi üzerinde etkilidir. Kek yüksek miktarda karbonhidrat, yağ ve protein içermesi yönünden besleyici değeri yüksek bir gıda olmasının yanı sıra diyet lifi ve vitaminler yönünden oldukça fakirdir. Kek içeriğinin fonksiyonel besin bileşenlerince zenginleştirilmesi adına meyve kabuğu gibi çeşitli diyet kaynaklarının una ikame edilmesi gibi çalışmalar yapılmaktadır.

Atık sorunu, dünya genelinde önemli bir sorundur. Atık kavramı, kullanılan ihtiyaçlarımızı karşıladıktan sonra arta kalan veya kullanım sonrası atılan kısmını ifade etmektedir (Anonim, 2011). İnsanların üretim ve tüketim amacı, kaynaklarının tükenebileceği gerçeğini göz önünde kullanılmasına yol açmış ve bu da üretim ve tüketim atıklarının çevreyi kirletmesine neden olmuştur (Yücel ve Ekmekçiler, 2008; Marmolejo ve ark., 2012; Kılınç ve Bekar, 2018). Nüfusun artışı, kentleşme ve

sanayileşmenin hız kazanması çevreye zararı düşünülmeden bırakılan atık miktarını da günden güne arttırmaktadır. Bilinçsizce bırakılan atıklar arasında özellikle katı atıklar önemli bir çevre problemi teşkil etmektedir (Güzel ve Akpınar, 2017). Yoğun bir emek, zahmet ve yüksek maliyet ile yetiştirilen bir bitkinin, sadece insan tüketimi için olan kısmının alınıp geri kalan kısmının atılması (Alkaya ve ark., 2010), sadece gıdanın değil harcanan zamanın, enerjinin, paranın, doğal kaynakların ve emeğin de çöpe atılması anlamına geldiği için (Yücel ve Ekmekçiler, 2008; Marmolejo ve ark., 2012), atıkların değerlendirilmesi önemli konular arasında yer almaktadır. Atıklar arasında çok fazla karşımıza çıkan ve çözümü için üzerinde pek çok çalışma yapılmış atık türü gıda atığıdır. Gıda atıkları gıda üretiminden tüketimine kadar tüm bölümlerinden açığa çıkan, sıvı veya katı formda organik kalıntılardır. Gıda atıklarının üretilmesine neden olan kısıtlamaların belirlenmesi, nedenlerinin araştırılıp önlenmesi ve geri kazanımı için yapılması gerekenlerin üzerine çalışmalar yürütülmesi sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Gıda atıklarının kaynağında önlenmesi veya miktarının azaltılması, önlenemeyenlerin ise geri kazandırılması yoluyla çevre ve insan sağlığı korunmuş aynı zamanda da atıklardan doğan ekonomik kayıp engellenmiş olacaktır (Kılınç ve Bekar, 2018).

Bu çalışmada; meyve suyu endüstrisinde yan ürün olarak ortaya çıkan ve çevre kirliliği oluşturan ancak yüksek besin değerine sahip olan portakal ve nar kabuklarının kurutulması ile elde edilen tozların farklı oranlarda (% 5, 10, 15 ve 20) bisküvi ve kek formülasyonuna eklenerek bisküvi ve kek üretimindeki kullanım olanakları incelenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Türkiye ve Dünyada Gıda Atığı

Gıda atıkları, sürdürülebilirlik açısından önemli bir rol üstlenmektedir. Son 200 yıl içerisinde, insanların üretim ve tüketim alışkanlıkları dünyayı ekolojik açıdan olumsuz yönde etkilemektedir (Yücel ve Ekmekçiler, 2008). Bu değişim, dünya üzerindeki insan ve diğer canlı türleri için de ciddi sorunlar yaratmaktadır. Bu nedenle yiyecek atıkları, kaynakların boşa harcanmasına ve çevrenin olumsuz etkilenmesine yol açan ciddi sonuçlar doğurmaktadır. Gıdanın atılması, kaynakların tükenmesine, ekosistem hasarının artmasına ve küresel sistemin gücünün azalmasına neden olmaktadır (Bajželj ve ark., 2020). Ayrıca, gıda atıkları su ve fosil yakıtlar gibi kaynakların önemli ölçüde tükenmesine, çevrenin kirliliğinin artmasına, sağlık risklerinin ortaya çıkmasına, boş alanların azalmasına, gıda üretim maliyetlerinin ve besin kayıplarının artmasına yol açmaktadır (Grizzetti ve ark., 2013). Bununla birlikte gıda üretimiyle ilişkili sera emisyonlarını da artış göstermektedir (Munesue ve ark., 2015).

İnsanların tüketim ve üretiminin çeşitliliğiyle birlikte, ekolojik denge üzerinde çeşitli değişimler ortaya çıkmaktadır. Bu değişiklikler, gıda kaybı ve atığının, gıda üretim sürecinde ortaya çıkmasına yol açmıştır. Bu nedenle üretim ve tüketim atıklarının değerlendirilememesi sonucu atmosfer kirlenirken, su kaynaklarına atılan atıklar denizlerin ve nehirlerin kirlenmesine ayrıca doğal manzaraların da kaybedilmesine neden olmuştur. Bu değişimler çevreyi olumsuz etkilemekte, ekolojik sağlığı bozmakta, habitatları tüketmekte ve biyoçeşitlilik kaybına yol açmaktadır. Ekolojik denge üzerinde ortaya çıkan bu değişimler ve gıda atıklarının etkisi, biyoçeşitlilik kaybı ve 250 km³ suyun israfına, dünya tarımının % 30'unun boşa harcanmasına neden olmaktadır (Vilariño ve ark., 2017; Rohini ve ark., 2020).

Gıda kaynaklı atıklar, küresel ölçekte en büyük üçüncü sera gazı yayıcı konumunda olup, dünya çapında üretilen tüm sera gazı emisyonlarının %20'sini oluşturmaktadır. Sera gazları, hem doğrudan hem de dolaylı olarak diğer abiyotik ve biyotik streslere karşı tepki verme sistemleri değiştirerek tarımsal sistemlerle etkileşime girmelerine neden olmaktadır (Bender ve Weigel, 2011).

Gıda endüstrisinde atık oranı gün geçtikçe değişmekte ve bu durum ürün kaybına yol açarak önemli yönetim sorunlarını beraberinde getirmektedir. Ürün kaybı

aynı zamanda ürün fiyatlarının ve gıda maliyetlerinin artmasına neden olarak ekonomik zarara yol açmaktadır (Chen ve ark., 2018). Bu durum sadece gıda işletmelerini değil, aynı zamanda üreticilerin gelirlerinin azalmasına ve tüketici harcama oranlarının artmasına da yol açmaktadır. Bu etkiler, gıda israfının yüksek ekonomik maliyetlere neden olduğunu göstermektedir (Grizzetti ve ark., 2013).

FAO'nun tahmin raporuna göre, gıda israfı kaynaklı ekonomik kayıp yıllık olarak yaklaşık 750 milyar ABD dolarını bulmaktadır (Rohini ve ark., 2020). Gıda israfının, ekonomik olarak 936 milyar dolar zarara neden olduğu, sosyal ve olumsuz etkilerle birlikte bu kaybın 2.6 trilyon doları aştığı tahmin edilmektedir (Koç ve Uzmay, 2019). ABD'de gıda kaybı/israfı oranı % 40 olarak tahmin edilmekte, kişi başına günlük ortalama 422 gram gıda israfının olduğu belirtilmektedir (Conrad ve ark., 2018). Amerika Birleşik Devletleri'nde, perakende ve tüketim düzeyindeki gıda kaybı yaklaşık 165.5 milyar dolar olarak belirtilmiştir (Buzby ve Hyman, 2012). Avrupa Birliği'nde gıda israfına bağlı ekonomik kaybın yaklaşık 153 milyar dolar civarında olduğu tahmin edilmektedir (Koç ve Uzmay, 2019). Avrupa Birliği'nde yılda yaklaşık 88 milyon ton gıda israfı meydana gelmektedir (Beretta ve Hellweg, 2019). İngiltere'de yılda 8.3 milyon ton yiyecek ve içecek çöpe gitmektedir (Britain ve ark., 2010). İspanya'da yılda kişi başına ortalama 180 € tutarında gıda atığı olduğu tahmin edilmektedir (Garcia-Herrero ve ark., 2018). Almanya'da perakende ve tüketici düzeyinde kişi başına 331 \$ zarar olduğu tespit edilmiştir (Bräutigam ve ark., 2014). Yeni Zelanda'da 2011 yılında hane başına 121.000 tonun üzerinde önlenebilir gıda atığı ortaya çıktığı belirtilmiştir (Reynolds ve ark., 2016). Kanada'da ise gıda tedarik zincirinin tüm aşamaları hesaplandığında yılda yaklaşık 27 milyar dolar atık olduğu ifade edilmiştir (Gooch ve ark., 2010). Türkiye, Dünya genelindeki gıda israfının en fazla olduğu ülkeler arasında gösterilmektedir (Anonim, 2021). Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından yayınlanan BM (Birleşmiş Milletler) Gıda İsrafı Endeksi 2021 Raporu'na göre, Türkiye'de yılda 7.7 milyon tondan fazla gıdanın israfı söz konusu olduğu söylenmiştir. Aynı rapora göre, Türkiye'de her yıl kişi başına 93 kilogramın çöpe atıldığı ifade edilirken, dünya çapında her yıl toplam 931 milyon ton gıda israfının olduğu belirtilmiştir. Bu veriler, tüketilebilir gıdanın % 17'sinin perakende satış noktalarında, evlerde ve buralarda doğrudan çöpe gittiğini gösteriyor (Anonim, 2021).

Nüfus artışı ile birlikte 2050'ye kadar küresel çapta gıda üretiminin % 60 oranında artması beklenmektedir (Garcia-Herrero ve ark., 2018). Bu artışın gıda atıkları ve yan ürünleri için doğrusal olarak artışa sebep olacağı görülmektedir. Dolayısıyla,

küresel çapta gıda israfını önleme ve üretim ile tedarik zincirlerindeki kayıpları en aza indirmek, bu atıkların değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

Bu bağlamda, gıda israfının engellenmesi ile çevresel etkinin önemli düzeyde azalması, kaynak bolluğunun artması ve artan beslenme talebini karşılama açısından önemli faydalar sağlayacaktır. Gıda atıklarının azaltılması, iklim, toprak, biyolojik çeşitlilik, su kaynakları ve atmosferdeki olumsuz etkileri minimum seviyeye indirilebilmektedir. Çünkü gıda atıkları, gıda üretim süreçlerinin toplam % 15 - 16'sını oluşturmaktadır.

2.2. Gıda Endüstrisi Yan Ürünleri

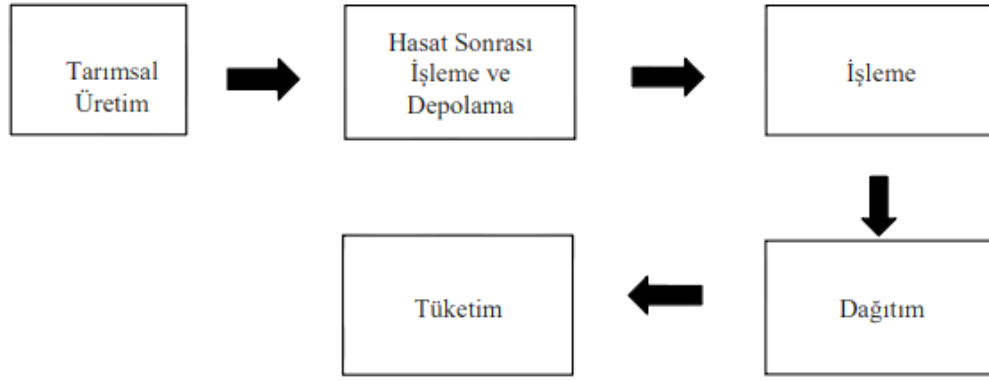
Dünyada üretim ve tüketim sonucunda her yıl ortalama olarak 200 milyar ton atık ortaya çıkmaktadır. Bu atıklar sanayileşme ve nüfus yoğunluğuna bağlı olarak gün geçtikçe artış göstermektedir. Çevresel açıdan sorun teşkil etmelerinin yanı sıra değerlendirilemeyip çöp olarak bırakılmaları ciddi bir ekonomik kayıp oluşturmaktadır. Gıda atıkları, gıda yaşam döngüsünün tüm aşamalarında (hasat edilmesi, işlenmesi, nakliye edilmesi), yani tarımsal üretim, endüstriyel üretim ve işleme sırasında açığa çıkan, sıvı veya katı formadaki organik kalıntılardır (Mirabella ve ark., 2014; Özdemir ve ark., 2021). Gıda atıkları veya yan ürünleri, insan tüketimine uygun olan, istenmeyen yiyecek maddelerini içermeyen yenilebilir yiyecek ürünlerini ifade eder. Birçok gıda atığının insan sağlığı üzerinde oldukça faydalı bileşenler içerdiği bilinmektedir (Batanglion ve ark., 2015; Özdemir ve ark., 2021). Özellikle bitkisel gıdalar lif, antioksidan ve diğer fitokimyasal (fenolik asitler, flavonoidler vb.) maddeler açısından zenginlik göstermektedir. Bu tür atıklardan elde edilen bileşenler fonksiyonel gıda üretimi için doğal antioksidan olarak kullanılabilen ve gıdalarda katkı maddesi olarak kullanıldığında ise raf ömrünü uzatabilmektedir. Bilimsel ve teknik gelişmeler ışığında gıda yan ürünlerinden fonksiyonel gıda katkıları ve ürünlerinin üretilme miktarı gün geçtikçe artmakta ve hız kazanmaktadır. Gıda endüstrisinde olan birçok firma çıkan bu değerli yan ürünleri yeniden işleyerek fonksiyonel gıda bileşeni olarak kullanmakta böylece kendisine ve ülkesine ekonomik yönden katkı sağlamaktadır.

Tüketiciler tarafından kullanışsız olduğu düşünülen evsel, ticari ve endüstriyel işlevler sonucunda ortaya çıkan atıklara katı atık denilmektedir. Bu katı atıklar altı başlık altında gruplandırılabilir. Bunlar:

- Evsel atıklar, belediyelerin sorumlu olduğu evlerden çıkan atıkları kapsayan ve örnek olarak kağıt, cam, metal, seramik ve yemek artıklarını ifade etmektedir.
- Endüstriyel katı atıklar, sanayi ve üretim süreçlerinde oluşan tehlikeli olmayan ve zararlı madde içermeyen atıkları ifade eder. Metal parçalar, plastikler, kumaş ve lifli parçalar, iplik, ağaç kırıntıları ve talaşlar bu grup atıklara örnektir.
- Ticari ve kurumsal atıklar, lokantalardan, okullardan, ofislerden ve mağazalardan toplanan atıkları içerir.
- Belediyesel işlevlere bağlı atıklar, park, bahçe ve plajlardan toplanan atıklar, araba hurdaları, hayvan cesetleri, su arıtma tesisleri ve sokak süprüntülerinden oluşan atıklar örnektir.
- Özel atıklar, radyoaktif atıklar, tehlikeli endüstriyel atıklar ve tıbbi atıkları içerir. Asbest, boya atıkları, filtre atıkları, çeşitli çözücüler bu atık türüne örnek verilmektedir.
- Tarımsal atıklar ise tarım faaliyetleri sonucunda ortaya çıkanları ifade eder. Ziraat, hayvancılık ve ormancılık atıkları bu gruba dahildir.

Bu atıklar arasında çevremiz ve ekonomimiz için önem teşkil eden atıklardan birisi de gıda atıklarıdır. Gıda atığı ve israfı, gıda üretiminin başlangıcından başlayarak, tarım ve çiftlik aşamasından, gıda üretim ve işleme tesislerine, daha sonra gıda üretimi ve satışının gerçekleştiği noktalara ve son olarak girişimciye ulaşana kadar her aşamada ortaya çıkar (Dou ve Toth, 2021). Bu maddeler üretim sırasında istenmeyen ürünler olarak uzaklaştırılmaktadır.

Gıda atığı, tedarik zinciri boyunca üretimden tüketime kadar her aşamada ortaya çıkmakta ve bu durumun birden fazla nedeni olabilmektedir. Gıda atıklarının bir kısmı, gıda güvenliği mevzuatından kaynaklanabilmekte (örneğin, gıdaların son kullanım tarihi geçtikten sonra atılması gibi) veya tüketici tercihleri, yeme ve alışveriş harcamaları gibi diğer nedenlere de bağlı olabilmektedir. Toplam gıda israfının %56'sı gelişmiş ülkelerde, %44'ü ise gelişmekte olan ülkelerde görülmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde üretim ve nakliye aşamalarında, gelişmiş ülkelerde ise tüketimde gıda israfı daha yaygın olarak görülmektedir (European Environment Agency, 2016; TSKB, 2018). FAO'ya (Gıda ve Tarım Örgütü) göre, gıda israfının ortaya çıkma nedenleri arasında tüketicilerin eksik ürün planlaması ve satın almaları, ürün tarihinde yazanlar hakkında bilgi eksikliği, uygun olmayan saklama koşulları, yanlış hazırlama teknikleri ve ihtiyaç fazlası gıda hazırlama yer almaktadır (FAO, 2020). Şekil 2.1'de gıdanın tedarik zinciri sırasında geçtiği aşamalar yer almaktadır.



Şekil 2.1. Gıdanın tedarik zinciri sırasında geçtiği aşamalar (FAO, 2011)

Tarımsal üretim süreci, hasat işlemleri ve sonrasındaki gıda işleme bölümlerinde gıdaların yaklaşık %38'i kaybolmaktadır. Bu kayıplar, çeşitli faktörlere bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu etkiler arasında en büyük kapasiteye sahip olan ilk faktör, insan müdahalesi dışında meydana gelen iklim ve biyolojik kaynaklı problemlerdir. Diğer bir ana faktör ise, gıda üretim zincirinin her adımında ortaya çıkan insan davranışına bağlı sorunlardır. İnsan denetiminin dışında oluşan ve gıda kaybına yol açan etkenler oldukça çeşitlidir. Örneğin, böcek, kemirgenler gibi zararlı organizmalar ve mikroorganizmalar, hasat ve sonrasındaki aşamalarda ürünlere zarar verebilmektedir. Bunun yanı sıra, kuraklık, aşırı soğuk hava koşulları, sel ve kasırga gibi hava olayları da tarımsal üretimde büyük zorluklara neden olmaktadır. Avrupa'da bulunan 22 milyon tarım işçisi ve çiftçi, iklim kuşağının neden olduğu bu hava olaylarının sonuçları ile karşı karşıya kalmışlardır (Despoudi, 2021).

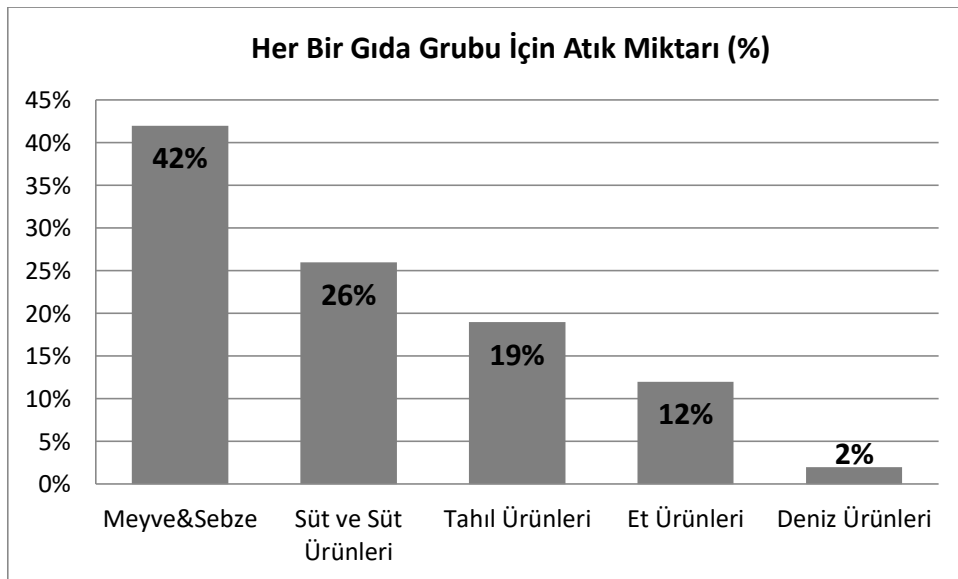
Hasat sonrası evrelerde ise, ürünleri depolama, taşıma ve satış operasyonlarında farklı olarak kayıplar meydana gelmektedir. Uygun olmayan ambalajlama ve taşıma yöntemleri, gıda kayıplarına yol açmaktadır. Bunun yanı sıra, depolama koşullarının yetersizliği, soğuk zincirinde yaşanan problemler ve havalandırma sorunları da gıda güvenliğine neden olan sebepler arasında yer almaktadır. Elverişsiz depolama şartları ürünleri bozabilmekte, renk bozulmasına uğratabilmekte ve bu gıdalarda mikrobiyal bozulmalar meydana gelebilmektedir (Kantor ve ark., 1997; Despoudi, 2021).

Gıda üretiminde meydana gelen kayıplar, fazla üretim, yetersiz uygulamalar, ürün ve ambalaj hasarları gibi sebeplerden meydana gelmektedir. İşleme sürecinde oluşabilecek aksaklıklar ve bunun sonucunda üretilen ürünlerde meydana gelen hasarlar da gıda israfını artırıcı etkide bulunmaktadır. Bu tür bir durumda, gıdaların yeniden kullanılması veya atılması beklenebilir. Gelişmekte olan ülkelerde, üretim tesislerinin

azlığı ve bu nedenle ürünleri işlemenin geç başlaması da gıda israfının bir başka nedenidir (Joardder ve Masud, 2019).

2018'de yayınlanan Türkiye İsrar Raporuna göre, bireylerin %77.2'si satın aldıkları gıdayı tükettiklerini, %22.8'inin ise gıdaları tüketmeden çöpe attıklarını belirtmektedir. Gıdaların çöpe atılma nedenlerini bozulma, tüketilememe, fazla satın alınma/pişirilme, saklama koşulları ve son kullanım tarihi gibi önemli durumlarda bireylerin bilinçsiz davranışı oluşturmaktadır. Bu araştırma sonucu, gıda israfında üretim ve tedarik zincirlerindeki israfın yanısıra alıcıların davranış ve tutumlarının da önemli bir konumda olduğunu göstermektedir (Türkiye Cumhuriyeti Ticaret Bakanlığı, 2018).

Gıda atıkları, kaynaklarına bağlı olarak çeşitlilik sergilemektedir. Hayvansal gıda atıkları, büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan bakıcılığından oluşan artıklardan oluşur. Bunlar arasında postlar, yağlı iç organlar, sakatat, karkas, et parçaları, kafa, kemik, toynak, tüy, gübre, kan ve diğer sıvılar yer alır. Deniz ürünleri gıda atıkları, yağlar, iç organlar, kemik, kan ve deriden oluşmaktadır (Arshad, 2021). Süt endüstrisindeki atıklar ise, işleme sırasında dökülen sütler ve üretimde kullanılan su, yayıkaltı suyu, peyniraltı suyu ve süt tortusundan meydana gelir. Meyve ve sebze atıkları, toplam gıda atıklarının büyük bir yüzdesini (% 42) kapsamaktadır (Kumar ve Desai, 2011; Anlı ve Şanlı, 2019). Şekil 2.2'de gıda ürünlerinin yüzde atık miktarı gösterilmektedir.



Şekil 2.2. Her gıda grubunun yüzde atık miktarı (ReFED, 2016)

Meyve ve sebze sektöründe ortaya çıkan gıda atıkları, kabuklar, tohumlar, çekirdekler, kökler, yapraklar ve gövdeler gibi unsurlardan meydana gelmektedir. Bu atıklar aynı zamanda yan ürün olarak da değerlendirilmektedir. Avrupa Birliği'nde tarım, orman ve balıkçılık faaliyetlerinden kaynaklanan atıkların % 1.4'ü yan ürünlerden oluşmaktadır (Sabater ve ark., 2020). Özellikle meyve-sebze işleme sektöründe ortaya çıkan yan ürünler, yüksek miktarlarda kabuk, posa, çekirdek gibi biyoatıkları içermekte olup, azot, fosfor, karbon gibi makro bileşenler ve yüksek su aktivitesine sahip özellikler taşımaktadır. Bu nedenle, bu atıklar hem katı atık birikmesine hem de fermantasyona yol açarak fiziksel ve mikrobiyolojik olarak çevre kirliliğine neden olmaktadır (Topkaya, 2017).

Ancak, bu biyoatıklar pektin, nişasta, selüloz, agar, jelatin, aljinat, karregenan, flavonoidler ve antioksidan maddeler gibi zengin içeriklere sahip olduklarından, farklı alanlarda hammadde olarak değerlendirilerek yüksek katma değerli ürünler üretmekte kullanılabilmektedir. Türkiye, toprak yapısının çeşitliliği, coğrafi konumu ve iklim koşulları sayesinde pek çok farklı bitki türünün yetiştirilmesine uygun bir coğrafyadır. Özellikle meyve-sebze işleme sektörü, gıda endüstrisinin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. 2020'de üretilen tarımsal ürünler arasında portakal üretimi % 42.35, limon üretimi % 18.57 ve elma üretimi ise % 15.85 olarak kaydedilmiştir (TÜİK,2020). Aynı şekilde, yüksek üretim kapasitesi ve küresel pazardaki payı göz önüne alındığında, Çin ve Hindistan'da tarımsal atıklardan biyopolimer üretiminde lider konumdadır (Sharma ve ark., 2020).

Portakal, nar, ananas, limon, patates, muz, mango kabukları, domates ve üzüm posaları yüksek polisakkarit içerikleri nedeniyle biyopolimer film üretimi için tercih edilebilecek potansiyel atık türlerindendir. Bu tip atıkların içinde bulunan basit şekerleri direkt olarak suya çekme, aynı zamanda şekerden arındırılmış bu atıkları, içeriklerine bağlı olarak suda çözünmeyen polisakkarit türleri olarak ifade edilen ve atıktaki oranına bağlı olarak çeşitli ön işlemlerle (asidik, bazik ve enzimatik hidroliz) parçalama yoluyla tekrar basit şekerlere dönüştürme imkanı mevcuttur. Bu aşamalar uygun şartlarda gerçekleştirildiğinde, içerdiği şekerlerin ötesinde, vitamin, yağ asitleri ve mineraller gibi değerli bileşenler açısından da zengin olan bu sıvılar, yüksek katma değerli birçok ürünün fermantasyonunda besin ortamı olarak kullanılabilir hale gelmektedir (Sun ve Cheng, 2002).

Literatürde, gıda atıklarının yapılarında bulunan basit şekerlerin kimyasal katkı maddesi olmadan sıcak suyla direkt ekstraksiyonu sonucu elde edilen besin ortamlarının

fermantasyon yoluyla değerli ürünlerin üretimi üzerine sınırlı sayıda çalışma bulunmasına rağmen, biyoatıkların hidrolizi sonrası elde edilen besin ortamlarının fermentasyonu ile enzim, etanol, asetik asit, laktik asit ve β -karoten gibi birçok ürünün üretildiğini gösteren çok sayıda araştırmanın olduğu görülmektedir (Swain ve Ray, 2008; Hossain ve Fazlany, 2010; Hitha ve ark., 2014; Kodal, 2016) .

Elma kabuğunun taze meyvenin yaklaşık %25'ini oluşturduğu bilinmektedir. Elmanın yüksek orandaki çözünür lif içeriği, özellikle pektin, jel oluşturma, kalınlaştırma ve stabilizasyon etkilerine sahiptir. Elma kabuğu üzerine yapılan bir çalışmada, fenolik asitler (kafeik asit, klorojenik asit ve protokateşik asit) ile polifenollerin (flavanoller ve flavonoller) içeriği araştırılmıştır (Garcia ve ark., 2009). Elma kabuğunun işlevsel özellikleri (su tutma, jelleşme, kalınlaştırma ve stabilizasyon), besin içeriği ve içerdiği fitokimyasallar nedeniyle sos, reçel ve unlu mamuller gibi çeşitli gıda ürünlerinde kullanımı araştırmacılar tarafından önerilmiştir. Elma kabuğu tozunun, çöreklerde fenolik ve antioksidan içeriği artırmak amacıyla kullanıldığında aynı zamanda lezzet gelişimine de katkı sağladığı ortaya koyulmuştur (Rupasinghe ve ark., 2008).

Masoodi ve Chauhan (1998) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, elma posası % 2, 5, 8 ve 11 oranlarında buğday unuyla karıştırılarak ekmek üretilmiştir. Bu ekmeklerde posa miktarının artmasıyla birlikte su absorpsiyonu da artmıştır. Ancak elma posası miktarının yükselmesiyle ekmek hacminde bir azalma meydana gelmiş, % 11 posa ilavesinde ekmek hacminde % 42.8'lik bir azalma gözlenmiştir. Yapılan duyuşal değerlendirmeye göre, üründe % 5'e kadar elma posasının kabul edilebilir olduğu belirtilmiştir.

Sudha ve ark. (2007), buğday ununa % 5, 10 ve 15 oranlarında elma posası ilavesi yaparak kek hamuru üretmiş ve bu hamurun reolojik özelliklerini incelemiştir. Elma posası ilavesinin %0'dan %15'e artmasıyla, hamurun su absorpsiyonunun % 60.1'den % 70.6'ya yükseldiğini ifade etmişlerdir. Ancak hamurun stabilitesi azalmış ve yapısı zayıflamıştır. Daha sonra hamurun içeriğindeki elma posası oranı %30'a kadar artırılmış ve bu durumun hamurun hacminin azalmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Buğday unu ve elma posası örneklerinde toplam fenolik madde içeriği sırasıyla 1.19 ve 7.16 mg/g iken, % 0 ve % 25 elma posası karışımlarından elde edilen keklerde fenolik içerik sırasıyla 2.07 ve 3.15 mg/g olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar ile, elma posasının gıda ürünleri için değerli bir fenolik kaynak olduğu bildirilmiştir.

Smith ve Yu (2015) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, şarap üretimi sırasında ortaya çıkan atıklardan elde edilen dört farklı üzüm çeşidinin tozları, ekmek hamurunda un yerine % 5 ila % 10 oranında ikame edilmiştir. Tüm ekmek örneklerinde üzüm tozu eklemesi arttıkça ekmek renginin koyulaştığı gözlemlenmiştir. Tüm üzüm türleri, ekmeklerin polifenol ve antioksidan aktivitesini artırmış, ve üzüm tozu eklemesi arttıkça bu değerler daha da yükselmiştir. Bu çalışma, üzüm tozunun ürünlerin diyet lifi ve polifenol içeriğini artırabileceğini göstermiştir.

Nascimento ve ark. (2017), üzüm atıklarının dondurmaya eklenerek dondurmanın kalite özelliklerinin iyileştirilmesi üzerine gerçekleştirdikleri çalışmada, (% 0, 2, 6 ve 10) üzüm posası içeren dondurma örneklerini öncelikle duyuşal olarak değerlendirmiş ve en iyi duyuşal özelliklere sahip formülasyonu (% 2) seçerek çeşitli analizlere tabi tutmuşlardır. % 2 oranında üzüm atığı ilavesinin, dondurmanın protein, yağ, mineral madde (kül), diyet lifi, toplam enerji, indirgen şeker, toplam fenolik madde miktarı, flavonoid, flavonol ve antosiyanin değerlerinde artış sağladığını tespit etmişlerdir. Bu sonuç, üzüm atıklarının değerlendirilerek katma değeri yüksek ürünlerin elde edilebileceğini göstermektedir.

Muz meyvesi işlendikten sonra, yaklaşık olarak meyvenin % 30'u kadar muz kabuğu yan ürün olarak elde edilmektedir. Muz kabuğu, yüksek potasyum içeriğine sahip olmasının yanı sıra selüloz, antioksidanlar ve fenolik bileşenler açısından da zengin bir atık olarak değerlendirilir ve yüksek katma değer taşır (González-Montelongo ve ark., 2010). Bir araştırmada, muz kabuğundan elde edilen pektinle üretilen filmlerin yapısına kristal nanoselüloz partikülleri eklenmiştir. Bu çalışmada, selüloz nanokristallerinin konsantrasyonunun % 5 olduğu filmlerde en yüksek mekanik özelliklerin görüldüğü gözlenirken, daha yüksek konsantrasyonlarda çekme mukavemetinin azaldığı tespit edilmiştir (Oliveria ve ark., 2017).

Gıda endüstrisi yan ürün atıklarının biyopolimer üretiminde değerlendirilmesi konusunda birçok araştırma yürütölmektedir. Soya, hem üretim hem de tüketim açısından yüksek atık miktarı oluşturan ürünlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu sebeple, diğer biyopolimer kaynaklarına kıyasla ekonomik açıdan daha düşük maliyetlidir. Soya kaynaklı protein izolatına % 15 oranında valeks taneni eklenmesiyle üretilen filmlerin oksijen geçirgenliğinde azalma, su buharı geçirgenliğinde ise artış gözlemlenmiştir. Eklenen valeks taneni konsantrasyonunun artmasıyla birlikte, filmlerin çekme mukavemeti artmış ve çekme anında uzama miktarında artış meydana geldiğini belirtmişlerdir. Bu durum, tanenlerin protein izolatındaki hidrofobik bölgelerle

etkileşime girerek zayıf hidrojen bağları oluşturması ve bu sayede filmlerin kırılgenliğinin artmasıyla açıklanabilir (Wang ve ark., 2017).

Ülkemizdeki temel tarımsal faaliyetlerden biri domates yetiştiriciliğidir. Bu faaliyetle bağlantılı olarak gerçekleşen endüstri, üretilen domatesleri salça, domates suyu, ketçap, püre, çorba ve sos gibi yoğunlaştırılmış ürünlere dönüştürmektedir. Domates endüstrisi, bu işlemler sonucu önemli miktarda posa adı verilen yan ürün oluşturmaktadır. Özellikle salça üretiminde kullanılan domatesin yaklaşık % 3 - 5'i, yaş domates posası olarak elde edilmektedir. Farklı ülkelerde domates posasının hayvan beslemede kullanımıyla ilgili çalışmalar yürütülmüş ve bu uygulamalar hayata geçirilirken (Bartacci, 1982; Fondevila, 1994), ülkemizde bu konuda yeterli araştırma bulunmamaktadır. Domates posası üretiminin belirli aylarda yoğunlaşması ve yaş olarak elde edilmesi, kolay bozulabilirliği nedeniyle kullanımını sınırlamaktadır. Bu bağlamda domates posasının kurutulması veya depolanarak kullanılması daha uygun bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, domates posası antioksidan içeriğine sahip olup, flavanol, flavon, likopen, askorbik asit ve tokoferoller gibi bileşenler içermektedir.

Mehta ve ark. (2018) çalışmaları kapsamında, domates posası ilavesinin ekmek ve çöreklerin fizikokimyasal özellikleri ile raf ömrü stabilitesi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla, un ağırlığının %5'inden %50'sine kadar değişen oranlarda domates posası ilave edilmiş ekmek ve çörekler üretmiş ve duyu analizler gerçekleştirmişlerdir. Yapılan duyu analizi sonucunda %35 domates posası katkılı ekmek örneği kabul edilebilir olarak seçildiği belirtilmiştir. Aynı şekilde çöreklerin duyu değerlendirme sonucu %40 domates posası içeren numunenin seçildiği belirtilmiştir. Ekmek ve çöreklerle domates posası ilavesinin diyet lifi, C vitamini, antioksidan düzeyi ve mineraller (Na, K, Mg, Ca, Fe) açısından önemli oranda artış ve renk değerlerinde değişimler olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca mikrobiyolojik testler sonucunda domates posasının ekmek ve çöreklerin raf ömrünü arttırdığını bildirmişlerdir.

Ayrıca, başka bir çalışma ekmek üretiminde % 10 oranında eklenen domates posasının protein kalitesini arttırdığı ve duyu özellikler üzerinde olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir (Sogi ve ark., 2002).

Gıda endüstrisinde yan ürün olarak ortaya çıkan ürünler hammadde, biyopolimer film ve gıdaların besin değerini artırıcı olarak gıdaların bileşenlerine ikame edilmesinin yanı sıra hayvan beslenmesinde yemlere katkı maddesi olarak kullanımları da bulunmaktadır.

Squires ve ark. (1992), kurutulmuş domates posasının etlik piliç yemlerinde kullanılabilirliğini belirlemek amacıyla çalışmışlardır. Bu çalışmada kurutulmuş domates posası, yemlere % 5, 10 ve 20 oranlarda ilave edilmiş ve etlik piliç yemlerinde % 20'ye kadar domates posası kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Yannakopoulos ve Chiristaki (1992) ise yumurta tavukları için gerçekleştirdikleri bir çalışmada, % 8 ve 15 düzeylerinde ilave edilen kurutulmuş domates posasının kontrol grubuna kıyasla canlı ağırlık, yumurta verimi, yem tüketimi, kabuk kalitesi ve yaşama gücünü etkilemediğini belirtmiştir. Ancak yumurta ağırlığının artan posa düzeyiyle arttığı gözlemlenmiştir (kontrol 62.9 g, % 8 domates posalı grup 63.7 g, % 15 domates posalı grup 64.8 g). Ayrıca kabuk kalitesinin etkilenmediği ve yumurta sarısı renginin koyulaştığı da bildirilmiştir.

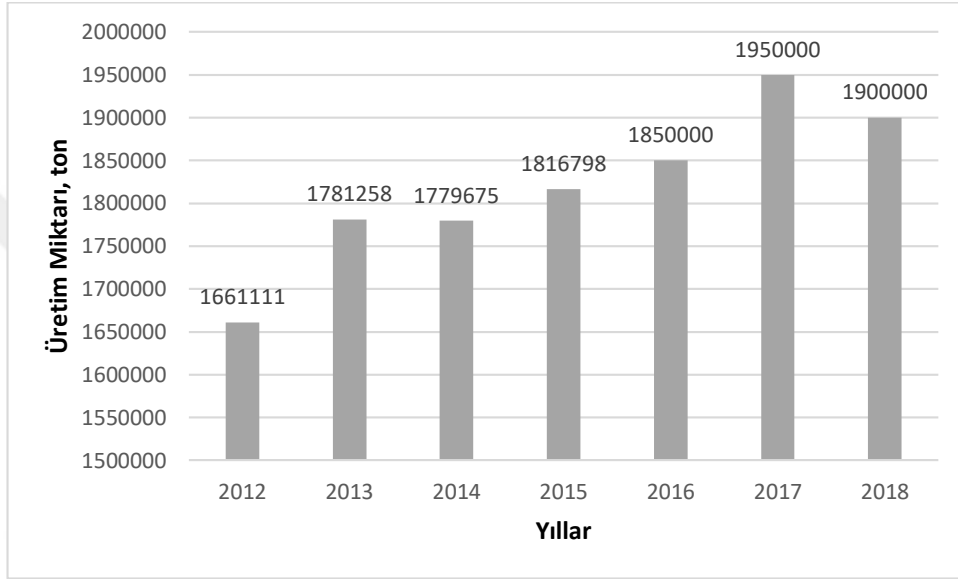
Kılıç ve ark. (2002), bıldırcın karma yemlerine kurutulmuş domates posası eklenmesi durumunda posa miktarının artmasıyla yem tüketiminde bir artış olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, bir diğer çalışmada etlik piliç altlığı ile domates posasının silolama olanakları incelenmiş ve domates posasına % 30'a kadar altlık eklemenin, kaliteli bir silo elde etmek için ideal bir oran olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Çapçı ve ark., 1995).

2.3. Portakal (*Citrus sinensis*)

Rutaceae familyasının bir üyesi olarak, turuncgiller geniş bir tür içermekte olup bunlar arasında tatlı portakal (*Citrus sinensis*), mandalina (*Citrus reticulata*), limon (*Citrus limon*), pummelo (*Citrus grandis*) ve greyfurt (*Citrus paradisi*) gibi birçok tür barındırmaktadır. Portakal meyvesi, pomelo (*Citrus maxima*) ve mandalina (*Citrus reticulata*) arasında melez bir meyvedir. Portakal *citrus aurentium* (acı portakal) ve *citrus sinensis* (tatlı portakal) olarak iki çeşidi bulunmaktadır. Tatlı portakalların dokusu ve genetik zenginliği daha fazladır (Xu ve ark., 2013).

Portakal üretimi dünya çapında genellikle Portekiz ve çevresinde yaygın bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de ise portakal üretimi daha çok Akdeniz Bölgesi, Doğu Karadeniz (Rize çevresi), Kıyı Ege'nin güneyi ve Akdeniz ve çevresinde yapılmaktadır (Anonim, 2018). Antalya ili, özellikle Finike ilçesi, en kaliteli Washington cinsi portakalların yetiştirildiği bir bölgedir. Finike Çavdır köyü portakalı, üstün kalitesi nedeniyle en iyi portakal ödülünü almıştır (Anonim, 2018).

Dünya çapında yaklaşık 9 milyon hektarlık bir alanda turunçgil üretimi yapılmakta ve bu alan üzerinde yaklaşık 130 milyon ton ürün elde edilmektedir. Bu ürün miktarının yaklaşık % 57'si portakal türüne aittir (GTHB, 2014). Dünya genelinde toplam portakal üretimi ortalama 72.3 milyon ton seviyesindedir (FAO, 2017) ve bu üretimin %26.4'ü Brezilya tarafından sağlanmaktadır (USDA, 2014). Türkiye'deki portakal üretim miktarı 1.950.000 ton olarak bildirilmiştir (TÜİK, 2017) ve bu rakam, dünya portakal üretiminin yaklaşık % 2.5 - 3'ünü oluşturmaktadır.



Şekil 2.3. Ülkemizde yıllara göre portakal üretim verileri (TÜİK, 2019)

TÜİK verilerine göre (Şekil 2.3) ülkemizde portakal üretimi her geçen yıl artış göstermektedir. Ancak, 2017-2018 yılları arasında 50.000 ton azalış gözlemlenmiştir.

Dünyada yaygın olarak yetiştirilen ve tüketilen meyve grubu olan narenciyeler, geniş bir cins, çeşit ve tür çeşitliliği sunmaktadır. Kökeni Güneydoğu Asya'ya dayanmasına rağmen, modern anlamda Amerika Birleşik Devletlerinde 19. yüzyılda üretime başlanmış ve günümüzde dünya çapında birçok bölgeye yayılmıştır. 2019 yılı FAO verilerine göre, dünya çapındaki narenciye üretiminin toplamı 158 milyon ton olarak kaydedilmiştir. Narenciye yetiştiriciliğinde Çin, Brezilya, Hindistan ve Meksika ilk dört sırada yer alırken, Türkiye ise 8. sırada yer almaktadır. Narenciye üretiminin yaklaşık % 50'si portakal, % 22'si mandalina, % 13'ü limon, % 6'sı greyfurt ve % 9'u turunçtan oluşmaktadır (FAO, 2018). Türkiye'de 2020 yılında toplamda 4.348.742 ton, 2021 yılında ise toplamda 5.362.615 ton narenciye üretimi gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2021).

Tüm dünya üzerinde ortalama 600 kadar farklı portakal çeşidi bulunmaktadır. Portakal, dünyanın en değerli besinleri arasında yer alır ve önemli bir C vitamini kaynağıdır. Ayrıca, folik asit, niasin, diyet lifi, potasyum, pektin, magnezyum ve kalsiyum gibi besinsel bileşenler içerir. Bunun yanı sıra, diyet lifi, fenolik bileşikler, limonoidler, C vitamini ve pektin gibi sağlık üzerinde olumlu etkileri olan bileşenler de içerir (Kurowska ve ark., 2000; Economos ve Clay, 2012). Portakalın besinsel öğeleri Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Portakal meyvesinin genel kimyasal bileşimi*

Besin Öğeleri	Miktar	Besin Öğeleri	Miktar
Enerji	192 kJ (46 kcal)	Riboflavin (B2 vit.)	0,040 mg (% 3)
Karbonhidrat	11,54 g	Niasin (B3 vit.)	0,400 mg (% 3)
Şeker	9,14 g	Pantotenik asit (B5)	0,250 mg (% 5)
Lif	2,4 g	B6 vitamini	0,051 mg (% 4)
Yağ	0,21 g	Folat (Vit. B9)	17 mg (% 4)
Protein	0,70 g	C vitamini	45 mg (% 75)
Tiamin (B1 vit.)	0,100 mg (%8)	Kalsiyum	43 mg (% 4)
Demir	0,09 mg (% 1)	Fosfor	12 mg (% 2)
Magnezyum	10 mg (% 3)	Potasyum	169 (% 4)

*100 g ‘da

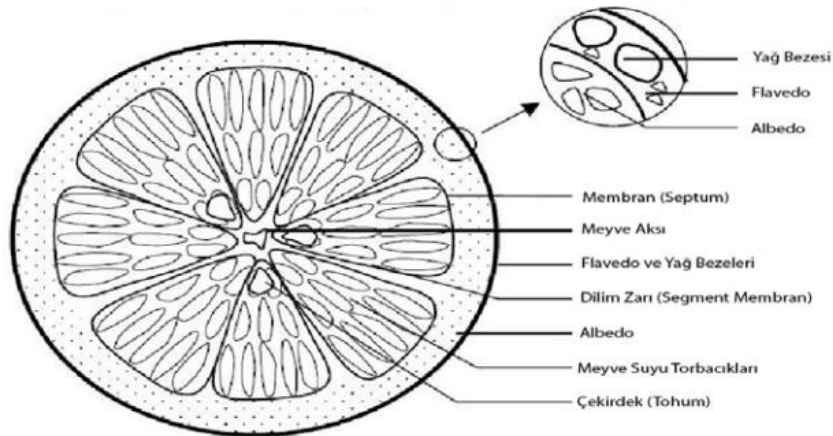
Turunçgiller, diyet lifleri açısından da önemli bir kaynak olarak kabul edilmektedir. Diğer meyvelerde olduğu gibi, turunçgillerde de diyet lifleri, meyvenin etli kısmına kıyasla özellikle meyve kabuğunda daha yüksek oranda bulunur. Yeni üretim turunçgil kabuğunda diyet lifi oranı ortalama % 2.47 - 2.49 arasında iken, meyvenin etli kısmında bu oran % 1.30 - 1.32 arasında değişmektedir (Rock ve Swendseid, 1992). Bu durum, turunçgil kabuklarının kullanılarak elde edilen ürünlerin diyet lifi açısından zengin bir kaynak olduğunu göstermektedir. Turunçgil meyveleri, C vitamini bakımından zengin bir kaynaktır ve diyetin önemli bir bileşenidir. Turunçgillerin renk karakteri flavonoidler ve karotenoidlerden kaynaklanır. Koku karakteri ise kabuklarında bulunan uçucu yağlarla ilişkilidir. Turunçgillerdeki flavonoidler, flavanonlar ve flavonlar şeklinde sınıflandırılabilir (Yılmaz, 2002).

Turunçgillerin kabuk yapısı, albedo ve flavedo adı verilen iki tabakadan oluşur. Flavedo, dış tarafta bulunan ince bir tabakadır ve sarımtırak renkten portakal kırmızısına kadar değişebilen bir renge sahiptir. Bu bölgede, renk pigmenti sağlayan karotenoidler ve eterik yağ üreten bezleri içeren hücreler bulunur (Riedl ve ark., 1999). Flavedonun alt kısmında, kalın ve keçe benzeri bir tabaka olan albedo bulunur. Bu tabaka beyaz veya krem renkte olup, gevşek bir yapıya sahip iri hücrelerden oluşur.

Albedo, meyvenin içine su ve besin parçalarının iletimini sağlayan damarlar içerir. Ayrıca, diğer bitkisel yaşam kaynaklarına kıyasla daha üstün bir kaliteye sahiptir. Bu durumun nedeni, antioksidan özelliklere sahip olan flavonoidler ve C vitaminleri gibi sağlık üzerinde düzenleyici etkilere sahip olmalarıdır.

Albedo, içinde pektin ve hisperidin gibi bileşenleri içeren büyük hücreler arası boşlukları içeren yumuşak bir dokudan oluşmaktadır. Turunçgil meyvelerinin beyaz kısmı olarak bilinen albedo, meyve gelişiminin ilk aşamalarında su iletiminin önemli bir parçasını oluşturur. Albedo, ağırlığının %21'ini hücre duvarları oluşturur. Aynı zamanda meyve yapraklarının arasında su iletimini sağlama sorumluluğu üstlenirken, meyve oluşumunun başlamasından itibaren aktif bir rol oynar.

Narenciyelerin kabuk ve meyve oranı, tür ve çeşitlere göre farklılık gösterir. Genel olarak narenciyelerin % 25 - 50'si kabuktan ve % 50 - 75'i meyveden oluşmaktadır. Portakalların genellikle % 50 kabuk ve % 50 meyvelerden meydana geldiği kabul edilir. Kabuğun yaklaşık % 70'i albedo ve % 30'u flavedodan oluşmaktadır (Deveci, 2008).



Şekil 2.4. Portakal meyvesinin iç yapısının kesiti

Turunçgillerin büyük çapta meyve suyu üretimi için evsel ve endüstriyel proseslerde kullanılması sonucunda yüksek miktarda kabuk, tohum, hücre kalıntıları ve zar artıkları gibi istenmeyen yan ürünlere yol açmaktadır. Portakal suyu işleme endüstrisinde kullanılan portakalların yaklaşık % 50'si kabuk ve posa şeklinde yan ürün olarak atılmaktadır. Bu biyokütlenin toplam ağırlığının %95'ini su, organik ve değerli bileşenler oluşturur. Literatürde belirtildiğine göre, bu atık içerisinde pektin, çözünebilir

şeker, selüloz, nişasta, protein, lignin, kül, yağ ve aromatik bileşenler bulunmaktadır. Portakal kabuğu özellikle yüksek miktarda nişasta, pektin ve lif içermesi nedeniyle biyopolimer üretimi için potansiyel bir atık kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Ojha ve ark., 2012; Bátori ve ark., 2017). Bu tür yan ürün atıkları, geleneksel olarak hayvan yemi üretimi, lif üretimi ve yakıt üretimi gibi alanlarda değerlendirilmektedir (Li ve ark., 2006; Kamran Khan ve ark., 2010; Lagha-Benamrouche ve Madani, 2013).

C vitamini açısından zengin olan narenciyeler, taze meyve, meyve suyu, reçel ve marmelat gibi çeşitli formlarda tüketilmektedir. Bununla birlikte, narenciyelerin meyve suyu üretim sektöründe işlenmeleri, ticari gereklilikler nedeniyle elverişsiz meyvelerin atılması (örneğin, kısır meyveler) ve üretim düzenlemeleri sonucunda atılmalarıyla büyük miktarda narenciye atığı ortaya çıkmaktadır (Çoksever, 2009; Ruiz ve Flotats, 2014; Köse ve Bayraktar 2018).

Meyve suyu endüstrisinde, narenciyelerin sadece lifli kısımlarını kullanıldığından önemli miktarda narenciye kabuğu endüstriyel atık olarak atılır. Örneğin, portakal suyu üretim tesislerinde oluşan kabuk atıklarının bir bölümünün hayvan yemi olarak, bir bölümünün ise kurutularak değerlendirildiği ve geriye kalanların ise kentsel katı atık depolama tesislerine taşındığı tespit edilmiştir. Endüstriyel üretim sonrasında bu atıkların etkin bir şekilde kullanılmadığı durumda, ciddi krizler ve ekonomik kayıplar ortaya çıkabilir (Günkaya ve ark., 2016; Iftikhar ve ark., 2019).

Narenciyelerin meyvelerinden gıda olarak yararlanmanın yanı sıra, meyve çiçekleri, kabuk, tohum veya yaprak gibi tüketilmeyen parçalar, parfümeride aroma sağlamak için uçucu yağların üretilmesinde ve bazı bireyler tarafından şeker ve yüksek tansiyon hastalıklarının tedavisinde kullanılabilmektedir. Bunun dışında narenciye kabuklarında bulunan albedo tabakası pektin içeriğince zengindir. Bu özellik, narenciye kabuklarının pektin üretimi için hammadde olarak kullanılmasına yol açar. Pektin, jel oluşturma, yoğunlaştırma ve stabilizasyon gibi özellikleri nedeniyle gıda, ilaç ve kozmetik sektörleri gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır (Çoksever, 2009; Köse ve Bayraktar 2018).

Turunçgil meyvelerinde, flavanonlar, flavonlar ve flavonoller olmak üzere üç farklı flavonoid tipi bulunmaktadır. Hesperidin, narirutin, naringin ve eriocitrin, turunçgil türlerinde bulunan temel flavonoidlerdir. Epidemiyolojik araştırmalar sonucunda turunçgil flavonoidlerinin koroner kalp hastalıkları riskinin azaltılmasına yardımcı olduğu ortaya çıkmaktadır. Turunçgil flavonoidleri, sadece antioksidan değil,

aynı zamanda lipid antiperoksidasyon etkilerinden dolayı anti-kanserojen ve antiinflamatuvar ajanlar olarak giderek daha fazla dikkat çekmektedir. Bu organik sınıflara olan ilgi, özellikle radikal temizleyici özellikleri temelindeki farmakolojik aktivitelerini içermektedir. Bazı çalışmalar, bu bitkilerin antibakteriyel ve karakteristik özellikler özellikle *in vitro* testler kullanılarak gösterilmiştir (Ghasemi ve ark., 2009).

Gorinstein ve ark. (2001), limon, portakal ve greyfurt gibi narenciye meyveleri ve kabukları üzerine yaptıkları araştırmada, kabuklarda bulunan diyet lifinin meyveler ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Meyve kabuklarının yüksek miktarda diyet lifi ve fenolik ürünleri içerdiği ve endüstriyel testlere uygun olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu durumun, narenciye kabuklarının ilave edildiği ticari ürünlerin diyet lifi içeriğini artıracak kanaatine varmalarını sağlamıştır.

Ververis ve ark. (2007), gerçekleştirdikleri araştırmada portakal ve limon kabuklarının, selüloz, lignin, hemiselüloz ve kül gibi diyet lifi bileşenleri açısından zengin olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Abd El-ghfar ve ark. (2016), portakal ve limon kabuklarının kimyasal ve antioksidan özelliklerini belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri araştırmada, kabukların yüksek seviyelerde doğal fenolik, flavonoid, karotenoid, askorbik asit ve antioksidan aktiviteye sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Sharoba ve ark. (2013), aralarında portakal diyet lifinin de bulunduğu farklı diyet lif kaynaklarını % 5, 10, 15 ve 20 oranında un yerine ikame ederek düşük kalorili kek üretimi gerçekleştirmişlerdir. Eklenen diyet lifleri, kek hamurunun stabilitesini ve su emme yeteneğini artırmıştır. Gerçekleştirilen duyusal analiz sonuçlarına göre, % 5 ve % 10 oranlarında portakal diyet lifi içeren kek örnekleri, kontrol örneği ile benzer skorlar almıştır.

Başka bir araştırmada, farklı oranlarda (% 5, 10, 15 ve 20) portakal kabuğu tozu bisküvi üretiminde kullanılmıştır. Bisküvinin antioksidan özellikleri ile diyet lifi içeriği değerlendirilmiş ve tüketici beğenisi analiz edilmiştir. Bisküvinin toplam fenolik madde içeriğini, 5.84 ile 11.87 mg GAE/g aralığında bulmuşlardır. Portakal kabuğu tozu miktarı arttıkça fenolik madde içeriğinde artış olduğu belirtilmiştir. 1.20 ile 8.12 mg QE/g arasında farklılık gösteren toplam flavonoid içeriğinin toz ilavesiyle doğru orantılı olarak arttığı tespit edilmiştir. Portakal kabuğu ilavesi, bisküvilerin kırırlığını azaltmıştır. Bisküvilerin renkleri subjektif olarak değerlendirilmiş ve değerler 9 üzerinden 5.96 ile 8.60 arasında değişim göstermiştir. Portakal kabuğu ilavesinin, renk

değerlerini artırdığı ortaya koyulmuştur. Tüketici beğenisinin ise portakal tozu ilavesiyle ters orantılı bir şekilde etkilendiği ifade edilmiştir (Obafaye ve Omoba, 2018).

Crizel ve ark. (2013), tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, dondurma üretiminde yağ yerine portakal lifinin kullanılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, yağ ilaveli (5 g/100 g yağ) standart bir kontrol dondurması, portakal kabuğu lifli dondurma ve kabuk, küspe ve portakal çekirdeği lifli dondurma üretilmiştir. Liflerin yüksek su ve yağ tutma kapasitesi ile yüksek fenolik bileşik ve karotenoid içeriği gözlemlenmiştir. Üretilen dondurma örnekleri, tüketiciler tarafından olumlu bir şekilde değerlendirilmiştir. Ayrıca, içerdikleri diyet lifinin sağlık açısından faydalı olduğu belirtildiğinde, tüketicilerin bu dondurmaları satın alacaklarını ifade etmişlerdir. Panelistlerin %74'ü portakal lifli dondurmaya satın almayı tercih edeceğini belirtirken, %96'sı kontrol grubundaki dondurmaya tercih edeceklerini belirtmiştir. Bu sonuçlar, portakal lifinin yağ ikamesi olarak kullanımının umut vadeden bir alternatif olduğunu göstermektedir.

Başka bir araştırmada, meyve suyu endüstrisinden elde edilen portakal kabuğu, posa ve çekirdeklerinden elde edilen diyet lifi, yoğurt üretiminde diyet lifi ve yağ ikamesi olarak kullanılmıştır. Portakal diyet lifi öğütme işlemine tabi tutulmuş ve daha sonra hem ince öğütülmüş lif hem de mikronize edilmiş lif yoğurda eklenmiştir. Daha küçük boyutlu olan mikronize diyet lifinin yüksek hidrasyon özelliklerine sahip olduğundan dolayı, yağ ikamesi olarak kullanım potansiyeline sahip olduğunu belirtmişlerdir. Duyusal analiz sonuçları, az yağlı yoğurt üretiminde %2 oranında iyi öğütülmüş diyet lifi eklemenin ideal olduğunu ortaya koymuştur (Yi ve ark., 2014).

2.4. Nar (*Punica granatum*)

Nar, *Lythraceae* (Kınagiller) familyasına ait olan *Punica* cinsinin çok yıllık bir bitkisidir. Dünya genelinde birçok tropikal ve subtropikal bölgede farklı iklim bölgelerinde 1000 m rakıma kadar yetiştirilebilir. Nar, ticari değeri kadar kültürel hayatta da önemli bir yer tutmaktadır. Nar, yaşam, sağlık, uzun ömür, doğurganlık, bilgi, ahlak, ölümsüzlük, bolluk ve şans sembolleriyle sıkça ilişkilendirilir (Ashton, 2006). Nar, bilinen en eski meyveler arasında yer alır ve M.Ö 3.000 yılına kadar kültüre alındığı belirtilmektedir. Farklı kültürlerde kutsal olarak kabul edilir. İslam dininin kutsal kitabı olan Kur'an-ı Kerim'de "cennet meyvesi" olarak bahsedilir. Yunan mitolojisinde, evlilik sembolü olarak ortaya çıkar. Hristiyanlıkta bereketle birlikte,

Budizm'de kutsal üç meyveden biri olarak kabul edilir (Çam, 2009). Hem tıbbi tedavilerde kullanılan hem de endüstriyel ve kültürel açıdan önemli bir meyve olarak öne çıkmaktadır (Viuda-Martos ve ark., 2010; Mohammad ve Kashani, 2012).

Nar meyvesi İran kökenlidir. Bunun yanı sıra Hindistan, Amerika, Yakın ve Uzakdoğu ülkeleri en önemli yetiştirme bölgeleridir (Schubert ve ark., 1999). Türkiye'de Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri, nar üretiminde öne çıkan bölgelerdir. Antalya ise en yüksek nar üretiminin gerçekleştiği il olarak öne çıkmaktadır (Şimşek ve Gülsoy, 2017). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, 2011-2018 yılları arasında nar üretiminin arttığı görülmüştür (Çizelge 2.2). Bu ciddi artış, ülkemizde nara olan ilginin her geçen gün arttığının bir göstergesidir. Türkiye'de yetiştirilen başlıca nar çeşitleri Hicaznar, Fellahyemez, Ekşilik, Ernar, Katırbaşılı, Ekşi Gökmar, Lefan, Erdemli ve Silifke aşısıdır. Bazı nar çeşitleri ise yetiştirildikleri bölgelerle özdeşleşmiştir. Bu konuda en tipik örnek, Siirt'in Şirvan ilçesinde yetiştirilen Zivzik narıdır (Kurt ve Şahin, 2013).

Çizelge 2.2. Ülkemizde yıllara göre nar üretim verileri (TÜİK,2018)

Yıl	Nar Üretimi (Ton)
2011	217.572
2012	315.150
2013	383.085
2014	397.335
2015	445.750
2016	465.200
2017	502.606
2018	537.800

Nar, genellikle 150 ila 500 gram arasında değişen ağırlığa, 5 - 15 cm çapında küresel bir şekle sahiptir. Olgun meyvelerde kaliks, bir taç görünümü kazanır. Kabukları beyazımsı sarı, sarı yeşil veya kırmızı tonlarda olup, çeşitleri genellikle 1 ila 5 mm arasında değişir. Narın yenilebilir bölümü, taneler olarak adlandırılır. Taneler, zar uzantılarıyla bölünmüş odacıklarda bulunur. Sapın bağlandığı bir parametre yer alır, bunu takip eden 2 ila 5 alt odacık ve 5 ila 8 üst odacık bulunur. Odacıkları ayırt eden zar kısımlarında kabuk daha inceyken, alt ve üst yapılar daha kalın ve etli bir yapıya

sahiptir. Taneler, bu etli bölümün içinde yer alır. Taneler, ince bir zar, etli kısım ve tohumdan meydana gelir. Renkleri beyaz-sarıdan pembe, kırmızı ve koyu kırmızıya kadar değişebilir. Tohumlar köşeli ve sert bir yapıdadır. Bazı türlerde tohum kabuğu (testa) yumuşak olabilir ve nar taneleri tüketildiğinde tohumlar ağızda fark edilmeyebilir. Bu tip nara "çekirdeksiz nar" denir. Meyve suyunun rengi beyazdan pembe ve hatta kan kırmızısına kadar çeşitlilik gösterir (Yılmaz 2005).

Narın yenilebilir bölümü, meyve toplamının yaklaşık %50'sini oluşturur. Bu bölümün % 40'ı nar tanelerinden gelirken % 10'u nar çekirdeklerinden oluşmaktadır. Nar tanelerinin % 85'i sudan oluşurken % 10'u toplam şeker ve % 1.5'i pektin içermektedir. Bununla birlikte çeşitli organik asitler (örneğin sitrik asit, malik asit, askorbik asit vb.), fenolik bileşikler, flavonoidler ve özellikle antosiyaninler gibi bileşenler de mevcuttur (Aviram ve ark., 2000; Tezcan ve ark., 2009). Nar çekirdeğinin içeriğinde yağlar, proteinler, karbonhidratlar, ham lif, pektin ve kül gibi maddeler yer almaktadır (Poyrazoglu ve ark., 2002; Barzegar ve ark., 2004; Fadavi ve ark., 2005).

Narda temel olarak fruktoz ve glikoz gibi ana şeker bileşenleri bulunmaktadır (Ünal ve ark., 1995). Tatlı nar türlerinde fruktoz miktarı daha yüksek, bununla birlikte, ekşi nar türlerinde daha düşüktür. Glikoz ise en yüksek oranlı olarak mayhoş nar türleri ve en düşük oranlarda ekşi türlerde mevcuttur (Gündoğdu ve Yılmaz, 2013). Farklı nar türlerine bağlı olarak, meyve sularında baskın olan ana organik asit sitrik asit olup bunu malik asit izler. Bunun dışında meyve sularında az miktarda oksalik asit, askorbik asit ve tartarik asit de bulunmaktadır. Buna ek olarak bazı türlerinde kuinik asit ve süksinik asit gibi asitlerde az miktarda bulunabilir (Malgarejo ve ark., 2000; Poyrazoğlu ve ark., 2002; Özgen ve ark., 2008).

Yaklaşık olarak 100 gram nar tanesinin enerji değeri 72 kcal, protein miktarı 1.0 gram, karbonhidrat miktarı 16.6 gram, sodyum (Na) miktarı 1 mg, potasyum miktarı 379 mg, kalsiyum miktarı 13 mg, magnezyum miktarı 12 mg, demir miktarı 0.7 mg, bakır miktarı 0.17 mg, niasin miktarı 0.3 mg ve C vitamini miktarı 7 mg olarak belirtilmiştir (Grove ve Grove, 2008). ABD Tarım Bakanlığı'na göre narın bileşimi Çizelge 2.3'de görülebilir.

Çizelge 2.3. Nar meyvesinin genel kimyasal bileşimi (USDA, 2018)*

Besin Öğeleri	Miktar	Besin Öğeleri	Miktar
Enerji	83 kcal	Su	77,93 g
Karbonhidrat	18.70 g	Potasyum (K)	236 mg
Şeker	13.67 g	Fosfor (P)	36 mg
Diyet Lifi	4 g	Magnezyum (Mg)	12 mg
Yağ	1.17 g	Kalsiyum (Ca)	10 mg
Protein	1.67 g	Vitamin C	10.2 mg

*100g'da

Nar çeşitleri ülkemizdeki yetiştirme koşullarına bağlı olarak farklılık göstermekle birlikte, en yaygın olarak yetiştirilen narlarda potasyum, fosfor, magnezyum ve kalsiyum en bol bulunan mineral maddelerdir. Gündoğdu ve Yılmaz (2013) tarafından yapılan bir araştırmada, ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen nar çeşitleri ve genotipleri incelenmiş ve potasyum ile fosforun en yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Fruktöz düzeyi genellikle 3.72 - 9.81 g/100 g arasında değişirken, glikoz düzeyi 2.73 – 7.22 g/100 g arasında bulunmuştur. Bazı nar çeşitlerinde ise düşük seviyelerde (0.02 – 0.135 g/100 g) sakkaroz tespit edilmiştir. Maltoz ise herhangi bir çeşitte bulunmamıştır (Gündoğdu ve Yılmaz, 2013).

Nar, yüksek antioksidan aktiviteye sahip olmasını çeşitli polifenollerden kaynaklanan yapısal özelliklerine borçludur. Bu polifenoller arasında flavonoidler ve hidrolize edilebilen tanenler (örneğin punikalın, pedunculagin, punikalajin, gallik asit esterleri, elajik asit esterleri) bulunmaktadır. Narın fenolik bileşiklerinin önemli bir kısmı elajitanenlerden oluşur. Narın özellikleri kırmızı, mavi ve mor tonlarını sağlayan doğal renk maddeleri olan antosiyaninler, temel renk pigmentleridir. Nar suyundaki en baskın antosiyanin siyanidin 3,5 diglukozittir. Nar suyu ve kabuğu arasındaki antosiyanin profili oldukça benzerdir. Delfinidin 3,5 diglukozit, siyanidin 3,5 diglukozit, pelargonidin 3,5 diglukozit, delfinidin 3 diglukozit, siyanidin-3 glukozit ve pelargonidin-3 glukozit, nardaki başlıca antosiyanin bileşikleridir.

Narın kabuğu, meyvenin yaklaşık % 50'sini oluşturur. Bu kabuk, zengin miktarda biyoaktif madde içeren bir kaynaktır. Nar kabuğu meyvenin tanelerine kıyasla daha fazla fenolik madde içermektedir. Nar kabuğu içeriğinde, özellikle antosiyaninler olmak üzere hidroksisinnamik asitler, hidroksibenzoik asitler ve hidrolize edilebilen tanenler (elajitanenler, gallotanenler, galligil esterler gibi) de dahil olmak üzere yaklaşık 48 farklı fenolik bileşen barındırmaktadır (Akhtar ve ark., 2015).

Nar kabuğu, özellikle hidrolize edilebilir fenolik bileşenler bakımından oldukça zengin bir içeriğe sahiptir. İçerisinde elajitanenler, izomerleri, punikalın (4,6-gallagil glukoz), gallik asit, elajik asit ve elajik asit glikozitleri (heksosid, pentosid, rhamnosid gibi) gibi bileşikler bulunmaktadır (Gil ve ark., 2000). Nar kabuğu, nar tanelerine kıyasla daha fazla biyoaktif madde elde edilebilmesi için güçlü bir antioksidan özellik göstermektedir (Sood ve Gupta, 2015). Bu kabuktaki biyoaktif sistemler, antikanser, antiobezite, antidiyabetik, antiülserojenik, antihipertansif, antimutajenik, antimikrobiyal gibi çeşitli özelliklere sahiptir (Akhtar ve ark., 2015).

Hem dünya genelinde hem de Türkiye'de nar üretimi ve tüketimi her geçen gün artış göstermektedir. Nar, taze olarak tüketilebildiği gibi meyve suyu, meyve suyu konsantresi, reçel, şarap ve nar ekşisine dönüştürülerek de değerlendirilebilmektedir. Bununla birlikte, Türkiye'nin büyük bir üretim potansiyeline sahip olmasına rağmen daha önce göz ardı edilen ve ancak son yıllarda önemi anlaşılan yan ürünlerden biri de nar posasıdır. Son dönemde insan sağlığına olumlu etkileri nedeniyle nar suyu tüketimi artmış ve bu durum nar işleme sürecinde elde edilen posa miktarının da artmasına yol açmıştır. Bu yan ürünler genellikle meyve suyu fabrikalarının çevresine bırakılmakta ve çevresel sorunlara yol açmaktadır. Nar meyvesinden ilaç, yağ, hayvan yemi, tanen, pektin, sirke, sitrik asit, boya, mürekkep gibi çeşitli ürünler elde edilebilmesi, bu meyvenin gelecekte önemli bir endüstriyel ürün olabileceğine işaret etmektedir. Hayvan beslemesinde nar posası doğrudan yem olarak kullanılabilirdiği gibi yem katkı maddesi olarak da değerlendirilebilmektedir.

Nar çekirdeği, posası veya kabuğu içerisinde bulunan polifenollerden türeyen kondense tanenler veya proantosiyanidinlerin, kolesterolün bağırsaktan emilimini azaltarak kolesterolün taşınmasını ve safra asidi atılımını artırarak etkilediği belirtilmektedir. Hiperkolesterolemik erkek sıçanlarda yapılan bir çalışmada, rasyonlarına % 5, 10 veya 15 oranında nar kabuğu tozu veya % 1, 2 veya 3 oranında nar kabuğu ekstraktı ilavesinin, serum total kolesterol, trigliserid, LDL (düşük yoğunluklu lipoprotein) ve VLDL (çok düşük yoğunluklu lipoprotein) kolesterol düzeylerini önemli ölçüde düşürdüğü rapor edilmiştir (Labib ve Hossin 2009).

Yapılan bir çalışmada, nar kabuklarından elde edilen pektin film matrisi olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada, farklı konsantrasyonlarda montmorillonit kilinin formülasyona eklenmesiyle, filmlerin mekanik ve bariyer özellikleri değerlendirilmiştir. Montmorillonit kil konsantrasyonunun artmasıyla, su buharı geçirgenliğinde % 40'a

varan azalma ve çekme anındaki uzama miktarında düşüş gözlenmiştir (Oliveria ve ark., 2016).

Bir araştırmada, nar kabuklarından fenolik bileşiklerin çıkarılması için ultrasonik yöntem kullanılmış ve ardından elde edilen özüt püskürtmeli sprey kurutucuda kurutulmuştur. Nar kabuğu özütü, fındık ezmesine katılarak ürünün raf ömrü test edilmiştir. Nar kabuğu eklemesinin, üründe peroksit oluşumunu azalttığı ve lipid oksidasyonunu da düşürdüğü, böylece fındık ezmesinin raf ömrünü arttığı bildirilmiştir (Kaderides ve ark., 2021).

Ranjha ve ark. (2020), hurma barlarına elma kabuğu ve nar kabuğu ilave ettikleri çalışmalarında, % 3 nar kabuğu ilave edilen barlarda en yüksek polifenol içeriğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, elma ve nar kabuğu eklenen hurma barlarının, belirli oksidatif stres ve dejeneratif hastalıklara karşı koruyucu etkiler sergileyebileceği de vurgulanmıştır.

Hasnaoui ve ark. (2014) yaptığı bir araştırmada, nar kabuklarının içerdiği polifenollerin yüksek miktarda olduğunu ve türüne göre 205 ile 276 mg GAE/g arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu yüksek polifenol içeriğiyle uyumlu olarak, nar kabuğunun özütünün yüksek antioksidan aktivitesinin sergilendiği gözlemlenmiştir. Antiradikal aktivitenin 2018.44 ile 2696.50 μmol Troloks/g arasında, indirgeyici gücü 1604.85 ile 2079.53 μmol Troloks/g arasında ve çözünmez polifenol bileşiklerinin antioksidan aktivitesi 13 ile 22.89 μmol Troloks/g arasında olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada içerisinde nar kabuğunun da bulunduğu 28 meyvenin kabuklu bölümlerinin antioksidan özellikleri değerlendirilmiştir. Bulgulara göre, nar kabuğunun diğer meyve türlerine göre daha yüksek bir antioksidan kapasiteye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda nar kabuğunun nar albedosu ve çekirdeğine göre 114 kat daha güçlü antioksidan kapasiteye sahip olduğunu rapor edilmiştir (Çam, 2009). Tağı (2010)'nın araştırması da nar kabuğunun iç zarı ve çekirdeğine kıyasla daha zengin bir fenolik bileşik profiline sahip olduğunu göstermektedir. Bu bölümde ayrıca, nar suyunun sıkılması sırasında her 1.2 barlık basınç artışıyla nar suyundaki toplam fenolik madde miktarının % 15 oranında arttığı rapor edilmiştir.

Nar kabuğu ve nar kabuğu ekstraktı, nutrasötik özelliklerinin yanı sıra gıda maddelerinde antioksidan, antimikrobiyal, renklendirici ve tatlandırıcı olarak kullanılarak kalitenin artırılması ve raf ömrünün uzatılması amacıyla doğal katkı maddesi olarak kullanılabilir (Naveena ve ark., 2008; Kanatt ve ark., 2010; Ismail ve ark., 2012; Qu ve ark., 2012).

Nar kabuğu, içeriğindeki hidrolize olabilen tanenler ve elajitanenler gibi bileşikler nedeniyle doğal antioksidan bileşen olarak gıda takviyelerinde bulunur. Ancak, tüketiciler tarafından buruk tat hissi nedeniyle tercih edilmeyebilir (Akpınar-Bayizit ve ark., 2012; Syed ve ark., 2013; Ismail ve ark., 2014; Sharma ve ark., 2014). Bu buruk tat hissi, narın gıdalarda katkı maddesi olarak kullanımını sınırlayan bir etken olarak belirtilmektedir. Nar kabuğunun neden olduğu burukluk hissi, tanenlerin tükürük glikoprotein kompleksleri oluşması sonucu ortaya çıkar. Histidin ve prolin gibi proteinler, ağıza alındığında, tanenlerle birleşerek ağız boşluklarında çökelme olmaktadır (Kallithraka ve ark., 2001; Dinnella ve ark., 2009).

Topkaya (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, nar kabuğu tozunun keklerin besinsel, duyuusal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada, %5, 10 ve 15 oranlarında nar kabuğu ilave edilen keklerin, kontrol kek gruplarına kıyasla toplam fenolik madde içeriğinin sırasıyla 3.1 kat, 4.8 kat ve 7.0 kat artırıldığı belirlenmiştir. Antioksidan aktivitelerinin ise sırasıyla 10.3 kat, 22.2 kat ve 28.5 kat arttığı tespit edilmiştir. Kontrol grubunun toplam diyet lifi % 2.36 iken, nar kabuğu tozu eklenmesiyle bu değerin % 6.48'e yükseldiği saptanmıştır. Renk analizleri sonucunda, kabuk oranının artmasıyla L^* değerlerinde belirgin bir azalma gözlemlenmiştir. Mikrobiyolojik açıdan ise nar kabuğu ilavesinin keklerin üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Başka bir çalışmada, Altunkaya ve ark. (2013) nar kabuğu ekstraktının % 2.5 oranında buğday ekmeğine eklenmesiyle oksidatif stabilite artışının tespit edildiği bildirilmiştir.

Elaltunkara (2018) tarafından yapılan bir araştırmada, probiyotik yoğurtlara nar çekirdeği ve nar kabuğu tozu eklenerek fizikokimyasal, duyuusal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. İnülin ise prebiyotik etkilerin karşılanması için kontrol olarak kullanılmıştır. Elde edilen verilere göre, prebiyotiklerin yoğurtlara eklenmesinin titrasyon asitliği, serum ayrışması, viskozitesi, tat-koku, tekstür ve genel olarak kabul edilebilirlik gibi faktörler üzerinde belirgin bir etki bulunduğu görülmüştür. Ancak pH ve renk puanları üzerinde anlamlı bir performans görülmemiştir. Mikrobiyolojik analizler sonucunda, nar çekirdeği ve kabuk tozunun inülin kadar güçlü bir prebiyotik etkisi göstermediği ortaya konulmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bisküvi ve kek örneklerinde kullanılan portakal ve nar kabukları Konya piyasasından temin edilen meyvelerden elde edilmiştir. Bisküvi ve kek üretiminde kullanılan buğday unu, pudra şekeri, şortening, vanilya, tuz, süt tozu, şeker, yumurta, kabartma tozu Konya piyasasından satın alınmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme deseni

Denemeler 2 farklı meyve kabuğu tozunun (portakal ve nar kabuğu tozu) 5 farklı ikame oranında (% 0, 5, 10, 15 ve 20) buğday unu yerine ikame edilmesiyle 2 tekerrürlü olarak; $2 \times 5 \times 2$ faktöriyel düzenleme şeklindeki deneme desenine göre bisküvi ve kek örneklerinde ayrı ayrı yürütülmüştür.

3.2.2. Portakal kabuğu ve nar kabuğu tozu üretimi

Portakal ve nar kabuğu kurutma işlemine tabi tutulmadan önce yıkanmış ve kabuk kısımları bıçak yardımıyla meyve etinden ayrılarak küçük parçalar halinde (3-4 cm) kesilerek kurutulmuştur. Kurutma işlemi ince bir tabaka halinde kurutma tepsilerine serilen meyve kabuklarının etüvde (Nüve, Türkiye) 50 °C’de 72 saat süreyle tutulmasıyla gerçekleştirilmiştir.

Kurutulan örnekler, laboratuvar tipi bir öğütücü (Alveo, Konya, Türkiye) ile öğütülmüştür. Öğütülen ürünler 500µ elekten geçirilerek portakal ve nar kabuğu tozları elde edilmiştir. Elde edilen tozlar üretime kadar geçen sürede ve üretimden sonra analizlere kadar, hava almayacak şekilde polietilen kilitli poşetlerde ve +4 °C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir.

3.2.3. Hammaddelerde gerçekleştirilen fiziksel analizler

3.2.3.1. Renk ölçümü

Portakal kabuğu ve nar kabuğu tozlarının renk değerleri Hunter Lab Color Quest II Minolta CR-400 (Konica Minolta, Inc., Osaka, Japonya) cihazı kullanılarak L^* değeri [(0) siyah, (100) beyaz], a^* değeri [(+) kırmızı, (-) yeşil] ve b^* değeri [(+) sarı, (-) mavi] belirlenmiştir (Francis, 1998). Tozların ve örneklerin SI (Doygunluk İndeksi) ve Hue Angle (H^*) (Ton Açısı) değerleri sırasıyla 3.1 ve 3.2’de belirtilen formül kullanılarak hesaplanmıştır. *Chroma* olarak adlandırılan SI değerine göre, değer yükseldikçe örnek rengi daha parlak, değer azaldıkça ise örnek daha mattır. H^* değeri ton açısını derece cinsinden temsil etmektedir. $0^\circ + a^*$ eksenine (kırmızı), $90^\circ + b^*$ eksenine (sarı), $180^\circ - a^*$ eksenine (yeşil) ve $270^\circ - b^*$ eksenine (mavi) karşılık gelmektedir (Minolta, 2007; Keskin ve ark., 2017; Bulut, 2021).

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (3.1)$$

$$H^* = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*} \quad (3.2)$$

3.2.4. Hammaddelerde gerçekleştirilen kimyasal analizler

3.2.4.1. Nem

Hammaddelerin nem miktarı tayini için AACC (44-19) metodu uygulanarak, 135°C de 2.5 saat süreyle analiz gerçekleştirilmiştir (AACC, 1990).

3.2.4.2. Su aktivitesi

Hammaddelerin su aktivitesi (a_w) değeri, AQUALAB apparatus (DECAGON Devices Inc., Model Series 3TE, USA) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Saf su ($1.000 \pm 0.003\%$) kalibrasyonda standart olarak kullanılmıştır. Ölçümler 25°C ’de yapılmıştır.

3.2.4.3. Kül

Kül miktarı tayini AACC 08-01 metoduna göre yapılmıştır. Bunun için, hammaddeler hiç siyah leke içermeyinceye kadar kül fırınında 550°C ’de yakılmıştır (AACC, 1990).

3.2.4.4. Ham yağ

Bisküvi ve kek formülasyonunda kullanılan un ve diğer atık tozlarının yağ miktarı AACC 30-25'e göre gerçekleştirilmiştir. Örnekler otomatik yağ ekstraksiyon cihazında (Velp SER 148/6, Usmate, İtalya) hekzan ile ekstraksiyona tabii tutuldan sonra, çözücü uzaklaştırılmış ve elde edilen yağ miktarından kuru madde esasına göre % olarak ham yağ hesaplanmıştır (AACC, 1990).

3.2.4.5. Protein

Hammaddelerin protein tayini AACC 46-12 Kjeldahl metoduna göre yapılmıştır. Analizde 1gr tartılan örneklerin üzerine 10 ml sülfirik asit (H_2SO_4) eklenerek çeker ocakta ağartma işlemi gerçekleştirilmiş, berrak hale gelen örnekler 100 ml olana kadar saf su ile tamamlanıp 2 tekerrürlü olarak destilasyona tabi tutulmuştur. 1-2 damla metilen red indikatörü damlatılıp, 0.1 N HCl ile titrasyon yapıp, sarfedilen asit miktarı ile hesaplama yapılmıştır. Buğday unu için 5.70 ve diğer örnekler için 6.25 çarpım faktörü kullanılarak protein miktarları belirlenmiştir (AACC, 1990).

3.2.4.6. Diyet lif

Toplam diyet lifi tayini, AACC 32-10 metoduyla belirlenmiştir (AACC,1990).

3.2.4.7. Karbonhidrat

Hammaddelerin karbonhidrat miktarları, nem(%), yağ (%), ham protein (%) ve kül (%) miktarlarının toplanarak 100'den çıkarılması ile hesaplanmıştır (Schakel ve ark., 1997).

3.2.4.8. Enerji

Hammaddelerin enerji değerleri, kimyasal analiz yoluyla elde edilen diyet lifi, yağ, protein ve karbonhidratları içeren besin bileşenlerinin kalori değerleri çarpılarak belirlenmiştir. Yağ 9 kcal, protein, diyet lifi 2 kcal, karbonhidrat (diyet lifi değerleri çıkartılarak) 4 kcal ile çarpılarak elde edilen değerler toplanmıştır (Schakel ve ark., 1997).

3.2.5. Hammaddelerde gerçekleştirilen fonksiyonel analizler

3.2.5.1. Toplam fenolik madde miktarı

Toplam fenolik madde miktarı analizi Folin-Ciocalteu Metodu kullanılarak yapılmış ve spektrofotometrik olarak hesaplanmıştır (Gao ve ark., 2002; Beta ve ark., 2005). 1 gr örnek 10 ml % 1 HCl içeren % 80'lik metanol ile karıştırılmış ve karışım 2 saat oda sıcaklığında (24 ± 1 °C) çalkalamalı su banyosunda (Daihan Wisebath WSB-30, Gangwon, Güney Kore) çalkalanmış ardından 3000 rpm' de 10 dk santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatantlar filtreden geçirilerek analizde kullanılmıştır. Elde edilen süpernatandan 100 µl test tüpüne aktarılmıştır. Daha sonra test tüplerine 500 µl Folin-Ciocalteu reaktifi (%10 su içinde, v/v) ve 1500 µl sodyum karbonat solüsyonu (% 20 su içinde, w/v) ilave edilerek karıştırılmıştır. Tüpler karanlık ortamda oda sıcaklığında 2 saat bekletilmiştir. 2 saat sonra numuneler bir spektrofotometre cihazı kullanılarak 760 nm dalga boyunda okunmuştur. Elde edilen absorbans değerlerinden toplam fenolik madde miktarı gram başına mikrogram gallik asit eşdeğeri (µg GAE /g) olarak hesaplanmıştır.

3.2.5.2. Antioksidan aktivite tayini

Antioksidan aktivite DPPH (2,2-Difenil-2-pikrilhidrazil) radikali yakalama kapasitesi metodları modifiye edilerek kullanılmıştır (Gyamfi ve ark., 1999; Beta ve ark., 2005). Analiz için 4 gram numune santrifüj tüpüne tartılarak ve 20 ml ekstraksiyon solüsyonu (1 ml HCl/10 ml distile su/80 ml metanol) eklenmiştir. Tüp daha sonra bileşenlerin ekstrakte edilmesi için 2 saat süreyle 25°C'de çalkalanan bir su banyosuna yerleştirilmiştir. Ekstraksiyon periyodundan sonra ekstraktlar 3000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüjleme işleminden elde edilen süpernatandan 100 µl'lik bir alınarak, bir spektrofotometre küvetine aktarılmış ve 900 µl Tris-HCl ve 2 ml DPPH eklenmiştir. Tüpler daha sonra 30 dakika oda sıcaklığında karanlıkta tutulmuştur. 30 dakika sonra, absorbans, bir spektrofotometre kullanılarak 517 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Elde edilen absorbans değerleri, kek örneklerinin antioksidan aktivitesini hesaplamak için bölüm 3.3'te verilen formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$AA = \frac{Kör\ abs - Örnek\ abs}{Kör\ abs} \times 100 \quad (3.3)$$

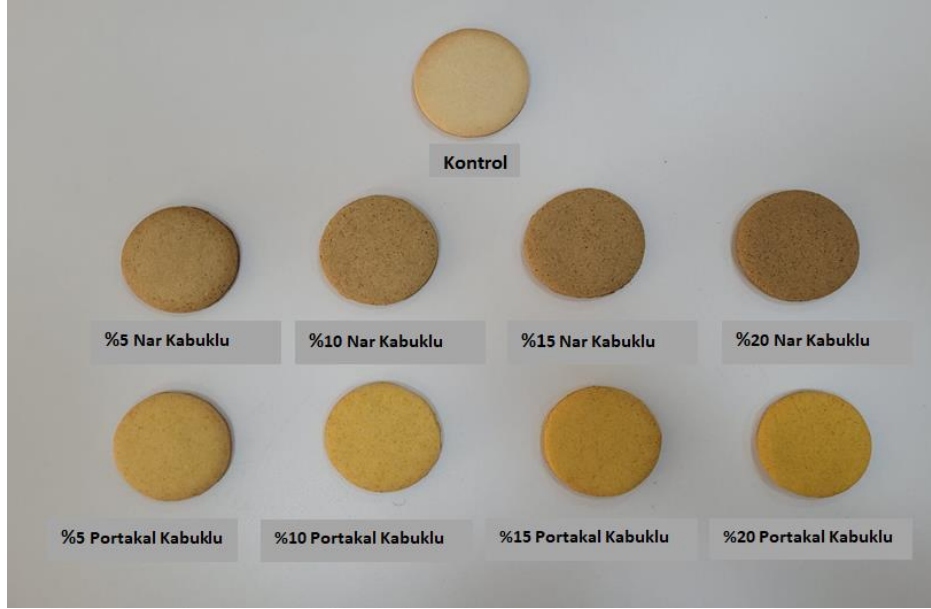
3.2.6. Bisküvi üretim metodu

Bisküvi üretiminde AACC Standart Metot No: 10-54 bisküvi üretim metodu kullanılmıştır. Bisküvi formülasyonunda kullanılacak olan ingrediyeñter ve miktarı Çizelge 3.1’ de verilmektedir.

Çizelge 3.1. Kontrol grubu bisküvi formülasyonunda kullanılan ingrediyeñter

Bileşen	Miktar (g)
Buğday unu	100
Pudra şekeri	42
Shortening	40
Vanilin	0,5
Tuz	1,25
Süt tozu	1
Su	15 (ml)

Portakal ve nar kabuğu tozu ikameli bisküvi üretiminde; kurutulmuş meyve kabuğu 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 süreyle yoğurulmuş, elde edilen hamur 5.0 mm kalınlığında merdane ile açılarak, 55.0 mm çapında kesme kalıbıyla kesilmiş ve bisküviye nihai şekli verilmiştir. Bisküviler alüminyum tepsilere dizilerek $170 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki fırında (Vestel SF8401, Türkiye) 25 dakika süreyle pişirilmiştir. Şekil 3.1’de farklı oranlarda portakal kabuğu ve nar kabuğu ilave edilen bisküvilerin pişirildikten sonraki halleri verilmektedir.



Şekil 3.1. Farklı oranlarda portakal kabuğu ve nar kabuğu ilave edilen bisküvi örnekleri

3.2.7. Bisküvi örneklerinde gerçekleştirilen fiziksel analizler

3.2.7.1. Renk ölçümü

Bisküvi örneklerinin renk analizleri hammadde analizlerinde 3.2.3.1 başlığı altında verildiği gibi yapılmıştır.

3.2.7.2. Çap, kalınlık ve yayılma oranı

Bisküvi örneklerinin çap ve kalınlık değerleri AACC Standart Metot No:10-54'te belirtilen şekilde dijital kumpas (0.001 mm, Mitutoyo, Tokyo, Japonya) ile ölçülmüştür (AACC, 1990). Rastgele seçilmiş olan 5 adet bisküvi örneğinin 5 farklı bölgesinden çap ve kalınlık ölçümü yapılmıştır. Bisküvilerde çap (mm) ve kalınlık (mm) değerleri belirlendikten sonra yayılma oranı bisküvi örneklerinin çaplarının, kalınlıklarına oranlanmasıyla belirlenmiştir.

3.2.7.3. Tekstür

Bisküvilerinin sertlik ve kırılma değeri, fırından çıkarıldıktan sonra 24 saat içerisinde tekstür analiz cihazı (TA-XT Plus, Stable Micro Systems Ltd., Surrey, England) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Rastgele seçilen 5 bisküvi örneğinin

kırılgenlik ve sertlik değerleri için üç noktalı kırma probu kullanılarak değerler belirlenmiş ve bu değerlerin ortalamaları alınmıştır. Cihazın n test hızı 1.00mm/sn, test hızı 3.00 mm/sn, trigger kuvveti 50g ve uzaklık 5mm uygulanmıştır.

3.2.8. Bisküvi örneklerinde gerçekleştirilen kimyasal analizler

3.2.8.1. Nem

Bisküvi rneklerinin nem tayini hammadde analizlerinde 3.2.4.1 başlığı altında belirtilen metoda göre gerçekleştirilmiştir.

3.2.8.2. Su aktivitesi

Bisküvi rneklerinin su aktivitesi tayini hammadde analizlerinde 3.2.4.2 başlığı altında belirtildiği şekilde yapılmıştır.

3.2.8.3. Kl

Bisküvi rneklerinin kül tayini hammadde analizlerinde 3.2.4.3 başlığı altında belirtilen metoda göre gerçekleştirilmiştir.

3.2.8.4. Ham yağ

Bisküvi rneklerinin ham yağ tayini hammadde analizlerinde 3.2.4.4 başlığı altında belirtilen metoda göre gerçekleştirilmiştir.

3.2.8.5. Protein

Bisküvi rneklerinin protein tayini hammadde analizlerinde 3.2.4.5 başlığı altında belirtilen metoda göre gerçekleştirilmiştir

3.2.8.6. Diyet lif

Bisküvi rneklerinin diyet lif tayini hammadde analizlerinde 3.2.4.6 başlığı altında belirtilen metoda göre gerçekleştirilmiştir.

3.2.8.7. Karbonhidrat

Bisküvi örneklerinin karbonhidrat miktarı hammadde analizlerinde 3.2.4.7 başlığı altında belirtildiği şekilde yapılmıştır.

3.2.8.8. Enerji

Bisküvi örneklerinin enerji miktarı hammadde analizlerinde 3.2.4.8 başlığı altında belirtildiği şekilde yapılmıştır.

3.2.9. Bisküvi örneklerinde gerçekleştirilen fonksiyonel analizler

3.2.9.1. Toplam fenolik madde miktarı

Bisküvi örneklerinin fenolik madde miktarının hesaplanması hammadde analizlerinde 3.2.5.1 başlığı altında verildiği gibi belirlenmiştir.

3.2.9.2. Antioksidan aktivite tayini

Bisküvi örneklerinin antioksidan aktivitelerinin hesaplanması hammadde analizlerinde 3.2.5.2 başlığı altında verildiği gibi belirlenmiştir.

3.2.10. Duyusal değerlendirme

Bisküvi örneklerinin duyusal analizinde, Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümü öğretim elemanları, yüksek lisans ve doktora öğrencilerinden oluşan yaşları 21-55 arasında değişen 12 kişilik bir grup tarafından duyusal değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Bisküvi örnekleri; renk, tat, koku, görünüş, gevreklik, ağız hissi ve genel beğeni özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Örneklerin duyusal özellikleri 1-7 arasındaki hedonik skalaya göre yapılmıştır; 1-kötü, 4-kabul edilebilir ve 7-oldukça iyi.

3.2.11. Kek üretim metodu

Yumurta ve şeker, laboratuvar mikseri (Kenwood KMX, İngiltere) kullanılarak krema kıvamına gelene kadar çırpılmıştır. Karışıma homojen bir yapı sağlanması için

üzerine shortening eklenerek işleme devam edilmiş ve daha sonra diğer tüm bileşenler eklenerek homojen bir kek hamuru elde edilmiştir. Kek formülasyonunda portakal kabuğu ve nar kabuğu tozları, buğday ununa % 0, 5, 10, 15 ve 20 oranında ikame edilerek kullanılmıştır. Kek hamurları kek kalıplarına 130 g olacak şekilde tartılarak dökülmüş ve fırında (BEKO MF6, Türkiye) 160°C sıcaklıkta 50 dakika boyunca pişirilmiştir. Kontrol grubuna ait kek formülasyonu ise Çizelge 3.2'de yer almaktadır. Şekil 3.2'de farklı oranlarda portakal kabuğu ve nar kabuğu ilave edilen keklerin pişirildikten sonraki halleri verilmektedir.

Çizelge 3.2. Kontrol grubu kek formülasyonunda kullanılan ingrediyeñter

Bileşen	Miktar (g)
Buğday unu	100
Şeker	75
Shortening	50
Yumurta	60
Kabartma tozu	3
Tuz	0,2
Vanilya	1
Süt tozu	8
Ksantan gum	0,5
Datem	0,5 g
Su	35 (ml)



Şekil 3.2. Farklı oranlarda portakal kabuğu ve nar kabuğu tozu ilave edilen kek örnekleri

3.2.12. Kek örneklerinde gerçekleştirilen fiziksel analizler

3.2.12.1. Özgül ağırlık

Kek hamurlarının sahip olduğu özgül ağırlık; hacmi bilinen bir kaptaki hamurun ağırlığının, aynı kaptaki suyun ağırlığına oranlanarak hesaplanmıştır.

3.2.12.2. pH

Kek hamurlarının pH değeri, saf su ile 20 kat seyreltilerek pH metre ile ölçülmüştür.

3.2.12.3. Renk ölçümü

Kek örneklerinin renk analizleri hammadde analizlerinde 3.2.3.1 başlığı altında verildiği gibi yapılmıştır.

3.2.12.4. Hacim, simetri ve tekdüzelik indeksleri

Keklerin hacim, simetri ve tekdüzelik indeksleri, AACC'nin Standart Metodlarından Metot 10-91 kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüm işlemi için milimetrik şablon kullanılmıştır. Kek örnekleri soğuduktan sonra ortasından dikey olarak kesilmiş, kesilen yüzeyler milimetrik kağıt şablonuna uygun şekilde hizlanarak yerleştirilmiş ve B, C ve D yükseklikleri milimetrik şablondan okunmuştur. Hacim indeksi (mm) $B+C+D$ olarak, simetri indeksi (mm) $2C-B-D$ olarak ve tekdüzelik indeksi (mm) ise $B-D$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

3.2.12.5. Tekstür

Kek örneklerinin sertlik ve esneklik ölçümleri için keklerin iç kısmından $2 \times 2 \times 2$ boyutunda kesilmiş olan örnekler silindirik prob (p/36 R) kullanılarak test edilmiştir. Analiz parametreleri ise ön test hızı 1.00 mm/sn, test hızı 1.00 mm/sm ve test sonrası hızı 1.00 mm/sn olarak uygulanmıştır.

3.2.13. Kek örneklerinde gerçekleştirilen kimyasal analizler

3.2.13.1. Nem

Kek örneklerinin nem tayini hammadde analizlerinde 3.2.4.1 başlığı altında belirtilen metoda göre gerçekleştirilmiştir.

3.2.13.2. Su aktivitesi

Kek örneklerinin su aktivitesi tayini hammadde analizlerinde 3.2.4.2 başlığı altında belirtildiği şekilde yapılmıştır.

3.2.13.3. Kül

Kek örneklerinin kül tayini hammadde analizlerinde 3.2.4.3 başlığı altında belirtilen metoda göre gerçekleştirilmiştir.

3.2.13.4. Ham yağ

Kek örneklerinin ham yağ tayini hammadde analizlerinde 3.2.4.4 başlığı altında belirtilen metoda göre gerçekleştirilmiştir.

3.2.13.5. Protein

Kek örneklerinin protein tayini hammadde analizlerinde 3.2.4.5 başlığı altında belirtilen metoda göre gerçekleştirilmiştir.

3.2.13.6. Diyet lif

Kek örneklerinin diyet lif tayini hammadde analizlerinde 3.2.4.6 başlığı altında belirtilen metoda göre gerçekleştirilmiştir.

3.2.13.7. Karbonhidrat

Kek örneklerinin karbonhidrat miktarı hammadde analizlerinde 3.2.4.7 başlığı altında belirtildiği şekilde yapılmıştır.

3.2.13.8. Enerji

Kek örneklerinin enerji miktarı hammadde analizlerinde 3.2.4.8 başlığı altında belirtildiği şekilde yapılmıştır.

3.2.14. Kek örneklerinde gerçekleştirilen fonksiyonel analizler

3.2.14.1. Toplam fenolik madde miktarı

Kek örneklerinin fenolik madde miktarının hesaplanması hammadde analizlerinde 3.2.5.1 başlığı altında verildiği gibi belirlenmiştir.

3.2.14.2. Antioksidan aktivite tayini

Kek örneklerinin antioksidan aktivitelerinin hesaplanması hammadde analizlerinde 3.2.5.2 başlığı altında verildiği gibi belirlenmiştir.

3.2.15. Duyusal değerlendirme

Kek örneklerinin duyusal analizi bisküvi analizlerinde 3.2.10 başlığı altında verildiği gibi yapılmıştır. Kek örneklerini; renk, tat, koku, görünüş, gözenek yapısı, çiğnenebilirlik ve genel beğeni özellikleri bakımından değerlendirilmiştir.

3.2.16. İstatiksel analizler

Denemeler sonucu 2 tekerrürlü olarak elde edilen datalar JMP istatistik programının 15.2.1 versiyonu (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı farklılık gösteren varyans kaynaklarının ortalamaları $p < 0.05$ anlamlılık düzeyinde çoklu karşılaştırma testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Hammadde Analiz Sonuçları

Çalışmada kullanılan portakal kabuğu tozu, nar kabuğu tozu ve buğday ununa ait renk analiz sonuçları (L^* , a^* , b^* , SI ve Hue angle) Çizelge 4.1’de verilmiştir. Buna göre, hammaddelerin L^* değerlerinin 57.34 - 92.29 arasında olduğu belirlenmiştir. En yüksek L^* (parlaklık) değeri buğday ununda, en düşük L^* değeri ise nar kabuğunda tespit edilmiştir. Hammaddeler a^* (kırmızılık) değeri bakımından karşılaştırıldığında ise nar kabuğunun (11.45) en yüksek ve buğday ununun (-4.98) en düşük değere sahip olduğu belirlenmiş ve bu iki değer istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmuştur ($p < 0.05$). Hammaddeler içerisinde portakal kabuğu (68.03) en yüksek b^* (sarılık) değerine sahip iken bunu nar kabuğu (28.32) ve buğday unu (15.06) takip etmiştir. Hammaddelerin SI (chroma) değerlerinde b^* değerleri ile istatistiki olarak benzer değişim gözlemlenmiştir. Hammaddelerin hue angle değerleri 67.89 - 108.34 arasında değişim göstermiştir. En yüksek hue angle değeri buğday ununda, en düşük hue angle değeri ise nar kabuğunda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Bisküvi ve kek üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait renk değerleri¹

Hammadde	L^*	a^*	b^*	SI (chroma)	Hue angle
Buğday Unu	93.29 ± 0.86 ^a	-4.99 ± 0.00 ^c	15.06 ± 0.00 ^c	15.87 ± 0.00 ^c	108.34 ± 0.01 ^a
Portakal Kabuğu Tozu	78.55 ± 0.01 ^b	0.92 ± 0.05 ^b	68.03 ± 0.02 ^a	68.03 ± 0.02 ^a	89.22 ± 0.04 ^b
Nar Kabuğu Tozu	57.34 ± 0.08 ^c	11.45 ± 0.09 ^a	28.32 ± 0.04 ^b	30.55 ± 0.08 ^b	67.98 ± 0.12 ^c

¹ Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0.05$).

Doğan ve Uğur (2005), ülkemizin doğu bölgelerinde bisküvi üretiminde kullanılan buğdayların kalitesini belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. Bisküvi için kullanılan buğday ununda L^* değerinin 79.5 ile 83.0 arasında, a^* değerinin -1.0 ile -1.5 arasında ve b^* değerinin 5.0 ile 14.5 arasında değiştiğini bulmuşlardır. Beğen (2012) tarafından bisküvi üretimi üzerine yapılan başka bir çalışmada kullanılan buğday ununun sırasıyla 94.05, -0.78, 9.07, 9.10 ve -85.12 L^* , a^* , b^* , SI ve Hue açısı değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Demirel (2017) bisküvi üretimi üzerine yapmış olduğu çalışmada turuncgil albedolarının L^* değerlerinin buğday ununa göre daha düşük olduğu, a^* değerlerinin ve b^* değerlerinin ise daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Bir araştırmada, portakal kabuğu tozunu farklı kurutma koşullarının L^* , a^* , ve b^* renk değerlerini değiştirdiğini ve bu değerlerin sırasıyla 78.46 - 84.84, 1.11 - 4.85 ve

21.00 - 24.49 aralıklarında bulunduğunu belirtmişlerdir (Perez-Pirotto ve ark., 2022). Farklı kurutma yöntemlerinin portakal kabuğunda enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarına neden olabileceği konusuna dikkat çekmişlerdir. Bir başka çalışmada ise portakal yan ürünü tozunun L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 77.39; 3.14 ve 19.46 olarak tespit edilmiştir (Ocen ve Xu, 2013).

Farklı oranlarda nar kabuğu ekstraktı (% 0.5, 1.0 ve 1.5) ilavesiyle elde edilen keklerin renk değerleri üzerinde yapılan bir incelemede, ekstrakt miktarının artışıyla birlikte kek kabuklarının renginin solmaya başladığı ve kek içinde ise L^* ve b^* değerlerinin azaldığı, a^* değerinin ise arttığı belirtilmiştir. Bu durumun nedeni olarak nar kabuğunun içerisinde bulunan antosiyanin renk pigmentlerinin etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Mirab ve ark., 2020).

Çevik (2023), yapmış olduğu çalışmada portakal kabuğu tozlarının L^* , a^* ve b^* , değerlerini sırasıyla 80.96; 2.34 ve 38.83 bulurken nar kabuğu tozlarının renk L^* , a^* ve b^* değerlerini 67.46; 8.47 ve 33.90 olarak tespit ettiğini belirtmiştir.

Hammaddelerin nem, su aktivitesi, kül, yağ ve protein, diyet lif, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, karbonhidrat ve enerji miktarları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Sonuçlar nem miktarı ve su aktivitesi bakımından incelendiğinde, sırasıyla nem değerlerinin %10.53 ile 16.51, su aktivitesi değerlerinin ise 0.24 - 0.32 arasında değiştiği, en yüksek nem ve su aktivitesi değeri nar kabuğunda en düşük nem ve su aktivitesi değeri ise buğday ununda tespit edilmiştir. En yüksek kül değeri %3.376 olarak nar kabuğunda, en yüksek protein değeri ise %11.33 olarak buğday ununda belirlenmiştir. Hammaddelerin yağ değerleri %1.18 ile 2.44 arasında değişiklik göstermiştir.

Çizelge 4.2. Bisküvi ve kek üretiminde kullanılan hammaddelere ait kimyasal ve fonksiyonel analiz sonuçları¹

	Buğday Unu	Portakal Kabuğu Tozu	Nar Kabuğu Tozu
Nem (%)	10.53 ± 0.21 ^b	14.84 ± 0.34 ^{ab}	16.51 ± 1.32 ^a
a_w	0.24 ± 0.01 ^c	0.28 ± 0.01 ^b	0.32 ± 0.00 ^a
Kül (%)	0.491 ± 0.00 ^c	3.247 ± 0.00 ^b	3.376 ± 0.00 ^a
Yağ (%)	1.18 ± 0.07 ^b	1.39 ± 0.00 ^b	2.44 ± 0.05 ^a
Protein (%)	11.33 ± 0.00 ^a	7.90 ± 0.00 ^c	8.81 ± 0.00 ^b
Diyet Lif (%)	3.25 ± 0.00 ^c	49.20 ± 0.00 ^b	54.39 ± 0.00 ^a
Karbonhidrat (%)	76.51 ± 0.29 ^a	72.61 ± 0.33 ^{ab}	69.84 ± 1.38 ^b
Enerji (kkal/100g)	355.03 ± 0.50 ^a	236.16 ± 1.35 ^b	227.86 ± 5.28 ^b
TFMM (µg GAE/g)	620.18 ± 362.18 ^c	5573.99 ± 40.82 ^b	18350.5 ± 265.16 ^a
Antioksidan Aktivite (%)	16.21 ± 0.18 ^c	71.25 ± 0.06 ^b	87.43 ± 0.21 ^a

¹ Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir.

Yapılan çalışmalar sonucunda bisküvi üretiminde kullanılan buğday ununun nem değerleri %11.10 ile 13.9 arasında, kül değerleri %0.55 ile 0.93 arasında, protein değerleri %8.2 ile 9.9 arasında, yağ değerleri ise %0.40 ile 1.02 arasında olduğu bildirilmiştir (Doğan ve Uğur, 2005; Taş, 2011; Beğen, 2012; Çiftçi, 2018).

Nar kabuğu zengin diyet lif, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleriyle diğer hammaddelere göre dikkat çekmektedir. Buğday ununda portakal kabuğu ve nar kabuğuna göre daha düşük diyet lif, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleri gözlemlenmiştir.

Kamran Khan ve ark. (2010), portakal kabuğundan polifenollerin (flavanon glikozitleri) ultrason destekli ekstraksiyonunu optimize ettiği bir çalışma sonucunda, portakal kabuğunun toplam fenolik içeriğinin 275.8 mg/100g gallik asit eşdeğeri olduğu ve ayrıca flavanon konsantrasyonlarının 70.3 mg/100g naringin ve 205.2 mg/100g hesperidin olduğu belirlenmiştir.

Lagha-Benamrouche ve Madani (2013), Cezayir'den temin edilen yedi farklı portakalın kabuğu ve yapraklarını incelemişlerdir. Portakal kabuğunun toplam fenolik madde içeriği, kuru maddeye göre 9.608 ile 31.623 mg GAE/g arasında farklılık göstermiştir. Elde edilen sonuçlarla, fenolik bitkilerin portakal çeşidine ve çalışılan bitki parçalarının yapısına (kabuk veya yapraklar) bağlı olarak önemli miktarda değiştiğini gözlemlemişlerdir.

Guo ve ark. (2003) yürüttüğü bir araştırma, Çin'de yaygın olarak tüketilen 28 farklı meyvenin kabuk, meyve eti ve çekirdeklerinin, antioksidan kapasiteleri incelenmiş, nar kabuklarının en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Pande ve Akoh'un (2009) çalışmasında, Georgia'da yetiştirilen altı farklı nar çeşidinin meyve eti, kabuk ve çekirdek bölgelerinin toplam polifenol miktarları ölçülmüş ve bunlar sırasıyla 164.4, 311.3 ve 89.2 mg GAE/100 g seviyelerine sahip olduğu belirlenmiştir. Gözlekçi ve ark. (2011) araştırmasında, Türkiye'de yetişen dört farklı nar türüne ait su, kabuk ve çekirdek bölgelerinin toplam fenolik içeriklerinin sırasıyla 784.4 - 1551.5, 1775.4 - 3547.8 ve 117.0 - 177.4 mg GAE/L aralığında olduğu tespit etmişlerdir. Fischer ve ark. (2011) yaptığı çalışmada, narın farklı bölümlerinde (kabuk, ara zar ve taneler) bulunan biyoaktif maddeleri incelenmiştir. Bu çalışmaya göre, nar kabuğunun narın diğer bölümlerine kıyasla en yüksek toplam fenolik madde miktarına sahip olduğu ve kabuğun fenolik madde profilinin büyük ölçüde elajitanenlerden oluştuğunu ortaya koymuştur.

Fawole ve ark. (2012) araştırmasına göre, Güney Afrika'da yetiştirilen yedi ticari nar çeşidinin kabuklarındaki fenolik madde içeriği 179.3 - 295.5 mg GAE/g olduğu bildirilmektedir. Rajan ve ark. (2011) çalışmalarında ise, su ve etanol ile ekstrakte edilen nar kabuklarının toplam fenolik içeriğinin sırasıyla 122.33 ve 176 mg GAE/g olduğu belirtilmiştir. Özdemir ve ark. (2014) araştırmasına göre "Hicaznar" türüne ait kabuklarının toplam fenolik madde miktarının 158.5 mg GAE/g olarak tespit edilmiştir.

Yapılan incelemeler, elde edilen analiz sonuçlarının benzer özellikler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Potansiyel farklılıkların çeşitliliği, olgunluk düzeyi, yetiştirme konumu, toprak özellikleri, kültürel değişimler ve depolama gibi değişken uygulamalardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Hammaddelerin karbonhidrat değerleri %68.85 - 76.51 arasında bulunmuş, en yüksek karbonhidrat değeri ise buğday ununda görülmüştür. Portakal kabuğu buğday ununa benzer değerler göstermiştir. En düşük enerji değeri tahmin edildiği üzere en yüksek diyet lif değerine sahip olan nar kabuğunda (227.86 kkal/100g) görülmüştür.

4.2. Bisküvi Analiz Sonuçları

4.2.1. Fiziksel analizler

4.2.1.1. Renk

Üretilen bisküvi örneklerine ait renk analiz sonuçları Çizelge 4.3'te, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.4'te ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerine ait renk değerleri¹

Atık Ürün	İkame Oranı (%)	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>SI</i> (chroma)	Hue angle
Portakal Kabuğu Tozu	0	78.19 ± 0.10	-3.84 ± 0.11	26.72 ± 0.37	26.99 ± 0.38	98.17 ± 0.11
	5	75.49 ± 0.27	-4.51 ± 0.10	43.34 ± 0.37	43.57 ± 0.36	95.94 ± 0.18
	10	74.46 ± 0.35	-3.66 ± 0.17	48.72 ± 0.35	48.85 ± 0.33	94.30 ± 0.23
	15	72.76 ± 0.15	-2.22 ± 0.10	53.15 ± 0.43	53.19 ± 0.43	92.39 ± 0.13
	20	72.42 ± 0.15	-2.23 ± 0.15	55.51 ± 0.71	55.55 ± 0.71	92.30 ± 0.18
Nar Kabuğu Tozu	0	78.19 ± 0.10	-3.84 ± 0.11	26.72 ± 0.37	26.99 ± 0.38	98.17 ± 0.11
	5	66.35 ± 0.15	0.05 ± 0.35	31.48 ± 0.37	31.48 ± 0.38	89.91 ± 0.64
	10	63.02 ± 0.28	1.58 ± 0.13	30.17 ± 0.24	30.21 ± 0.25	87.00 ± 0.22
	15	59.52 ± 0.40	3.44 ± 0.15	28.98 ± 0.17	29.18 ± 0.19	83.24 ± 0.25
	20	58.28 ± 0.72	4.23 ± 0.07	28.59 ± 0.21	28.90 ± 0.21	81.58 ± 0.08
Minimum-maksimum		58.28 -78.19	-4.51 - 4.23	26.72 - 55.51	26.99 - 55.54	81.58 - 98.17
Ortalama ± std		69.87 ± 7.50	-1.09 ± 3.22	37.34 ± 11.56	37.49 ± 11.50	91.30 ± 5.83

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

*L**:parlaklık, *a**:kırmızı-yeşil renk değeri, *b**:sarı-mavi renk değeri, *SI*:doymunluk indeksi ve Hue angle: renk tonu açısı değeri

Çizelge 4. 4. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	L*		a*		b*		SI		Hue angle	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Atık Ürün (A)	1	459.94	12750.19**	96.00	5387.74**	1805.00	49.37**	1325.06	62216.38**	220.30	4897.14**
İkame Oranı (B)	4	423.92	2896.49**	64.39	903.30**	185.19	1.27 ^{ns}	601.64	7062.33**	325.48	1808.76**
AxB	4	129.53	885.03**	25.89	363.18**	170.73	1.17 ^{ns}	455.48	5346.59**	67.79	376.75**
Hata	9	0.33		0.16		329.06		0.19		0.40	

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

Çizelge 4.5. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerinin renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	L*	a*	b*	SI	Hue angle
Atık Ürün						
Portakal Kabuğu Tozu	10	74.66 ± 2.21 ^a	-3.29 ± 0.97 ^b	48.18 ± 10.82 ^a	45.63 ± 10.73 ^a	94.61 ± 2.35 ^a
Nar Kabuğu Tozu	10	65.07 ± 7.53 ^b	1.09 ± 3.02 ^a	29.18 ± 1.69 ^b	29.35 ± 1.58 ^b	87.98 ± 6.18 ^b
İkame Oranı (%)						
0	4	78.19 ± 0.08 ^a	-3.83 ± 0.08 ^e	33.47 ± 0.30 ^a	26.99 ± 0.30 ^e	98.16 ± 0.09 ^a
5	4	70.91 ± 5.28 ^b	-2.23 ± 2.64 ^d	37.40 ± 6.85 ^a	37.52 ± 6.99 ^d	92.92 ± 3.50 ^b
10	4	68.74 ± 6.61 ^c	-1.04 ± 3.03 ^c	39.44 ± 10.70 ^a	39.53 ± 10.77 ^c	90.65 ± 4.22 ^c
15	4	66.13 ± 7.65 ^d	0.60 ± 3.27 ^b	41.06 ± 13.95 ^a	41.18 ± 13.86 ^b	87.81 ± 5.29 ^d
20	4	65.34 ± 8.17 ^e	1.00 ± 3.73 ^a	42.04 ± 15.55 ^a	42.22 ± 15.39 ^a	86.93 ± 6.19 ^e

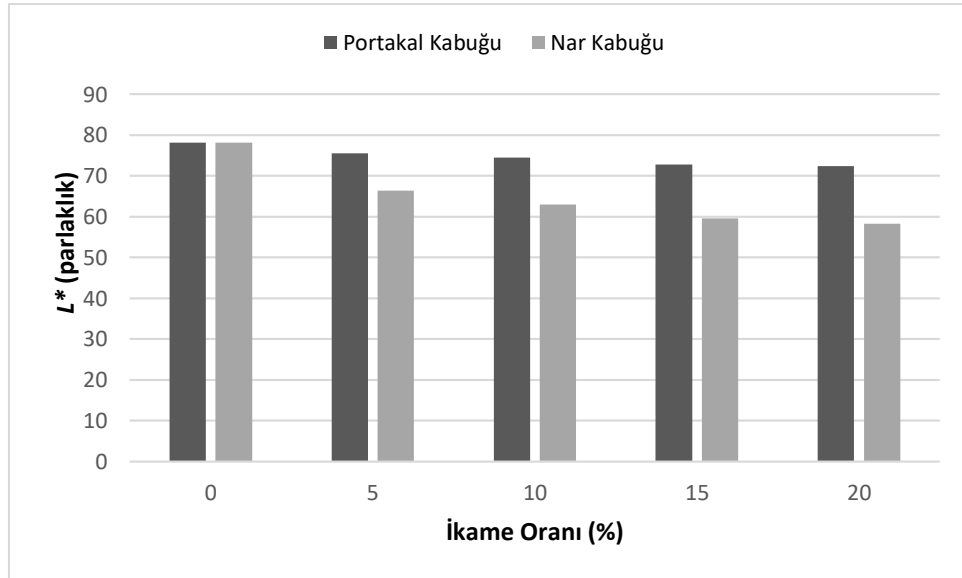
¹ Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Bisküvide renk, boyut ve doku aranan üç temel ölçüttür. Unlu mamullerde kullanılan un ideal rengi sağlamalıdır. Ayrıca unlu mamullerde proteinler ve şekerler arasında meydana gelen maillard ve karamelizasyon reaksiyonları nedeniyle renk değişimleri meydana gelebilmektedir.

Bisküvi numunelerinin renk analizi sonuçlarına göre L^* değerleri 58.28 ile 78.19 arasında, a^* değerleri -4.51 ile 4.23 arasında b^* değerleri 26.72 ile 55.51 arasında değişiklik göstermişlerdir (Çizelge 4.3).

Varyans analizi sonuçlarına göre, örneklerin L^* , a^* , SI ve Hue angle değerlerinde atık ürün(A), ikame oranı (B) ve 'atık ürün x ikame oranı ($A \times B$)' interaksiyonunun etkileri istatistiki açıdan önemli ($p < 0.01$) düzeyde etkide bulunmuştur. Örneklerin b^* değerlerinde atık ürün etkisi istatistiki açıdan $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. İkame oranı (B) ve 'atık ürün (A) x ikame oranı (B)' interaksiyonun ise bisküvilerin b^* değerlerinde istatikselsel olarak önemsiz bulunduğu tespit edilmiştir. (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.5'te verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, portakal kabuğu tozu ile ikame edilen bisküvi örnekleri en yüksek L^* değerini (74.66) vermiştir. Bisküvileri ilave edilen ikame oranı arttıkça örneklerin parlaklık (L^*) değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Bu azalma istatistiki olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 4.1. Bisküvi örneklerinin L^* değerleri üzerinde etkili 'atık ürün x ikame oranı' interaksiyonu

Farklı atık tozları kullanılarak elde edilen bisküvi örneklerinde ikame oranı arttıkça L^* değerinin azaldığı görülmüştür. Portakal kabuğu tozu ile elde edilen bisküvilerin parlaklık değerini nar kabuğu tozu ile elde edilen bisküvilere kıyasla daha az düşürdüğü, nar kabuğu tozuna kıyasla daha parlak değerler verdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.1).

Aydın (2014), çalışmasında kontrol bisküvilerinin L^* değerinin bal kabağı ile zenginleştirilmiş bisküvilere göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Choudhury ve ark. (2015) yaptıkları araştırmada bambu filizi tozu eklenmiş bisküvilerin L^* değerinin kontrole göre düştüğünü bulmuşlardır. Olcay (2019), kamkat meyve tozu eklenmiş bisküvilerin L^* değerinin kontrole göre düştüğünü belirtmiştir. Bu çalışmalarla uyumlu olarak, kendi çalışmamız da L^* değerinde kontrole göre bir azalma olduğunu ortaya koymuştur. Artan lif ve diğer bileşik içeriğine bağlı olarak bisküvilere fonksiyonel içeriklerin eklenmesi, bisküvilerin esmerleşmesine ve bunun sonucunda parlaklığın düşüşüne neden olmaktadır (Demirel, 2017). L^* renk değerlerinin azalması, formülasyona ilave edilen karotenoid ve fenolik bileşiklerin enzimatik esmerleşmeyi artırarak ürünün renginin koyulaşmasına da yol açabilmektedir.

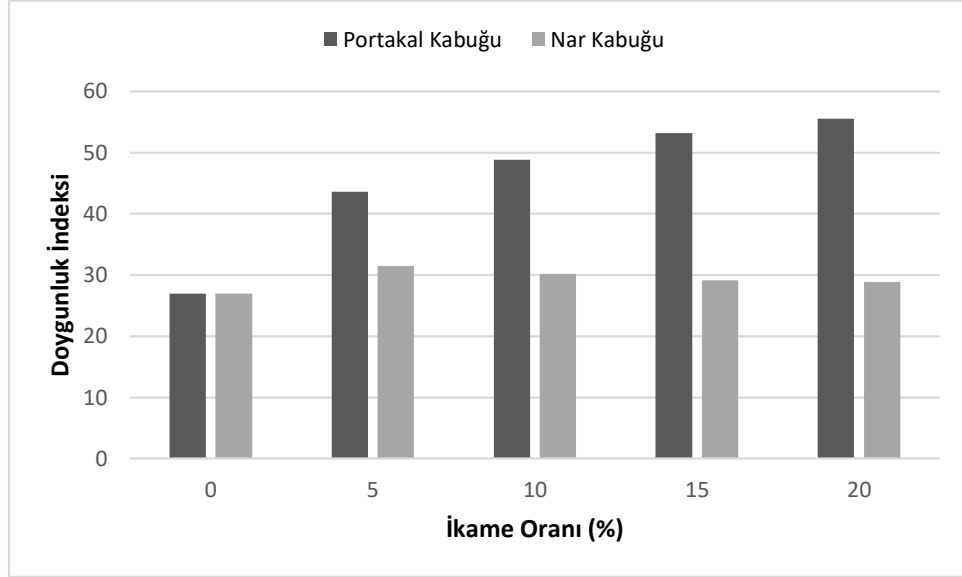
Bir başka araştırmada, dört farklı turuncgil albedosunun ilavesiyle elde edilen bisküvi örneklerinin L^* değerlerinin 62.63 ile 73.98 arasında, a^* değerlerinin 1.90 ile 8.19 arasında ve b^* değerlerinin ise 25.45 ile 28.52 arasında belirlendiği bildirilmiştir (Demirel, 2017).

Portakal kabuğu tozu ilave edilen örneklerin a^* değeri (-3.29) nar kabuğu tozu ikame edilen örneklere kıyasla daha düşük kırmızılık (a^*) değerleri gösterdiği bulunmuştur. İkame oranı arttıkça bisküvi örneklerinin a^* değerinin istatistiki açıdan önemli bir etki oluşturduğu, kırmızılığın da arttığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.5).

Taraseviciene ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada bisküvi formülasyonunda frenk üzümü ve ahududu meyvelerini farklı oranlarda ikame etmişlerdir. İkame oranı arttıkça bisküvi örneklerinin a^* değerlerinin artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

En yüksek b^* değeri portakal kabuğu tozunun ikame edildiği örneklerde gözlemlenmiştir. Ayrıca bisküvilere ilave edilen ikame ürün oranı arttıkça b^* değerlerinin deskriptif olarak yükseliş gösterdiği ancak istatistik olarak bir fark olmadığı gözlemlenmiştir.

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; en yüksek SI değeri portakal kabuğu ilaveli örneklerde görülmüştür. Atık ürün ikame oranı arttıkça SI değerleri artış göstermiş, en yüksek SI değerinin %20 ikame oranlı bisküvilerde tespit edilmiştir.

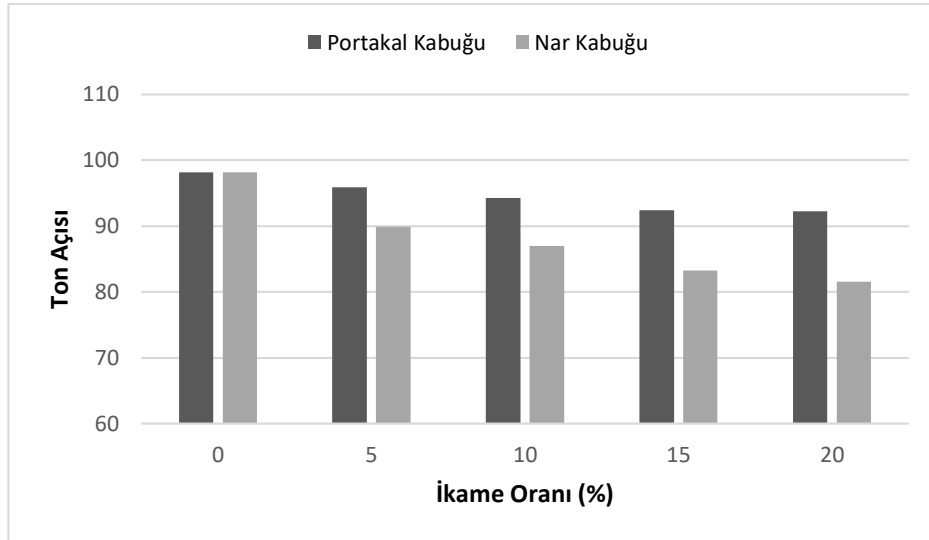


Şekil 4.2. Bisküvi örneklerinin doygunluk indeksi üzerinde etkili '*atık ürün x ikame oranı*' interaksyonu

Şekil 4.2 incelendiğinde portakal kabuğu tozu ile ikame edilen örneklerin ikame oranı arttıkça doygunluk indeksi değerinin arttığı, nar kabuğu tozu ile ikame edilen örneklerin ise %5 oranındaki örneklerin kontrol grubu örneklerine göre doygunluk indeksi değerinin arttığı ancak ikame oranı arttıkça azaldığı tespit edilmiştir.

Hue angle değerleri açısından çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde; en düşük ton açısı değeri nar kabuğu ilaveli örneklerde görülmüştür. İlave edilen atık ürün oranı arttıkça ton açısı değerlerinin de istatistiki olarak düştüğü belirlenmiş, en yüksek değer kontrol grubu bisküvilerde tespit edilmiştir.

Şekil 4.3 incelendiğinde portakal kabuğu tozu ve nar kabuğu tozu kullanılarak elde edilen bisküvilerin ikame oranı arttıkça ton açısı değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu değerdeki en yüksek değer kontrol grubu bisküvi örneklerinde gözlemlenmiştir.



Şekil 4.3. Bisküvi örneklerinin ton açısı değerleri üzerinde etkili 'atık ürün x ikame oranı' interaksyonu

4.2.1.2. Çap, kalınlık ve yayılma oranı

Bisküvilerin belirli bir sertlik ve gevrekliğe sahip olması gerekir. Gevreklik sağlayacak kadar sert, ağızda kolayca dağılacak kadar yumuşak olmalıdırlar (Brown ve Braxton, 2000; Aydın, 2014). Bisküvilerin sertliği, protein kümeleri, jelatinize edilmemiş nişasta granülleri, şekerler ve lipitlerden oluşan bileşik matris yapısı tarafından belirlenmektedir (Chevallier ve ark., 2000; Aydın, 2014).

Bisküvilerin, çapı, kalınlık miktarı ve yayılma oranı kritik faktörler arasında yer almaktadır. Bisküvilerde geniş çaplı, düşük kalınlığa ve yüksek yayılma oranına sahip ürünler tercih edilir. Ancak aşırı derecede yayılma oranı çok istenen bir özellik değildir (Demirel, 2017).

Farklı atık ürün ve farklı ikame oranları ilave edilerek elde edilen bisküvilerin çap, kalınlık ve yayılma oranı değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.6'da bu sonuçlara ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7'de ve Çizelge 4.8'de ise çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir.

Bisküvilerin çap değerleri 52.60 - 58.25 mm, kalınlık değerleri 7.75 - 8.60 mm, yayılma oranı 6.22 - 7.51 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.6). Tipik olarak, yüksek kaliteli bisküviler geniş çaplı, düşük kalınlıkta ve yüksek yayılma oranına sahip olduğu için tercih edilir (Demirel, 2017).

Koyuncu (2021) tarafından yapılan çalışmada bisküvilerin çap değerlerinin 54.56 ile 57.45 mm, kalınlık değerlerinin 6.91 ile 7.67 mm, yayılma oranının ise 7.12 ile 8.16 arasında olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerine ait fiziksel ve tekstürel analiz değerleri¹

Atık Ürün	İkame Oranı (%)	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma Oranı	Sertlik (g)	Kırılgenlik (mm)
Portakal Kabuğu Tozu	0	58.25 ± 0.21	7.75 ± 0.21	7.51 ± 0.23	3525.84 ± 29.91	40.6 ± 0.13
	5	56.60 ± 0.14	7.80 ± 0.14	7.25 ± 0.14	7767.33 ± 111.45	40.17 ± 0.20
	10	55.80 ± 0.56	8.25 ± 0.21	6.76 ± 0.24	7238.34 ± 44.42	39.53 ± 0.05
	15	53.90 ± 0.84	8.35 ± 0.35	6.46 ± 0.37	5686.56 ± 56.73	38.56 ± 0.12
	20	52.60 ± 0.42	8.45 ± 0.07	6.22 ± 0.01	3059.92 ± 235.96	37.68 ± 0.00
Nar Kabuğu Tozu	0	58.25 ± 0.21	7.75 ± 0.21	7.51 ± 0.23	3525.84 ± 29.91	40.60 ± 0.13
	5	57.45 ± 0.35	7.95 ± 0.77	7.26 ± 0.75	3992.14 ± 137.24	40.91 ± 0.06
	10	57.25 ± 0.35	8.35 ± 0.07	6.85 ± 0.10	3787.17 ± 131.93	39.34 ± 0.04
	15	56.70 ± 0.14	8.40 ± 0.14	6.75 ± 0.09	3769.93 ± 19.34	38.72 ± 0.02
	20	56.30 ± 0.28	8.60 ± 0.14	6.54 ± 0.07	3289.99 ± 268.53	38.18 ± 0.02
Minimum-maksimum		52.60 – 58.25	7.75 – 8.60	6.22 – 7.51	3059.92 – 7767.33	37.68 – 40.91
Ortalama ± std		56.31 ± 1.81	8.16 ± 0.32	6.91 ± 0.45	4564.30 ± 1708.65	39.43 ± 1.12

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.7. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerinin fiziksel ve tekstürel analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	Çap		Kalınlık		Yayılma Oranı		Sertlik		Kırılgenlik	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Atık Ürün (A)	1	15.48	145.50**	0.04	0.80 ^{ns}	0.09	2.15 ^{ns}	158880	795.63**	0.30	30.17**
İkame Oranı (B)	4	35.20	82.67**	1.79	8.87*	3.48	18.83*	226620	283.71**	21.86	554.04**
AxB	4	8.86	20.82**	0.01	0.08 ^{ns}	0.09	0.51 ^{ns}	140010	175.28**	0.57	14.55**
Hata	9	0.95		0.45		0.05		179721		0.09	

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

Çizelge 4.8. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerinin fiziksel ve tekstürel analiz değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

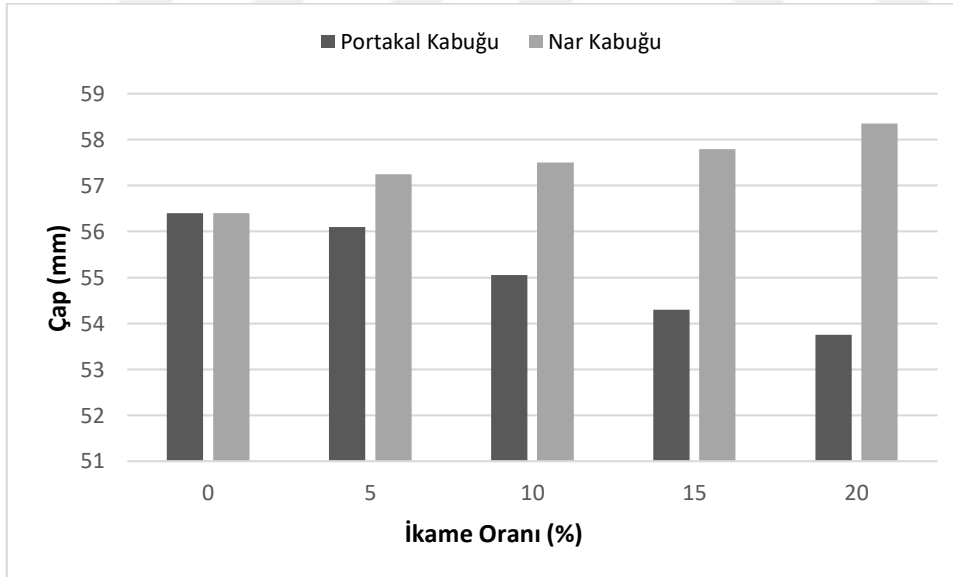
Faktör	n	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma Oranı	Sertlik (g)	Kırılgenlik (mm)
Atık Ürün						
Portakal Kabuğu Tozu	10	55.43 ± 2.13 ^b	8.12 ± 0.34 ^a	6.84 ± 0.53 ^a	5455.60 ± 2004.21 ^a	39.30 ± 1.13 ^b
Nar Kabuğu Tozu	10	57.19 ± 0.73 ^a	8.21 ± 0.43 ^a	6.98 ± 0.45 ^a	3673.01 ± 277.86 ^b	39.55 ± 1.11 ^a
İkame Oranı (%)						
0	4	58.25 ± 0.17 ^a	7.75 ± 0.17 ^c	7.51 ± 0.19 ^a	3525.84 ± 24.42 ^d	40.60 ± 0.10 ^a
5	4	57.02 ± 0.53 ^b	7.87 ± 0.46 ^{bc}	7.20 ± 0.44 ^{ab}	5879.73 ± 2181.99 ^a	40.54 ± 0.45 ^a
10	4	56.52 ± 0.92 ^b	8.30 ± 0.14 ^{ab}	6.81 ± 0.16 ^{bc}	5512.75 ± 1994.16 ^b	39.43 ± 0.12 ^b
15	4	55.30 ± 1.69 ^c	8.37 ± 0.22 ^{ab}	6.60 ± 0.27 ^c	4728.24 ± 1107.11 ^c	38.64 ± 0.12 ^c
20	4	54.45 ± 2.15 ^d	8.52 ± 0.12 ^a	6.38 ± 0.19 ^c	3174.95 ± 245.43 ^e	37.93 ± 0.29 ^d

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

Çizelge 4.7'deki varyans analiz sonuçlarına göre; bisküvilerin çap değerleri bakımından değerlendirildiğinde atık ürün (A), ikame oranı (B) ve 'atık ürün (A) x ikame oranı (B)' interaksiyonunun etkileri istatistiki açıdan önemli ($p < 0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Kalınlık ve yayılma oranı değerleri bakımından değerlendirildiğinde ise atık ürün (A) ve 'atık ürün (A) x ikame oranı (B)' interaksiyonunun etkileri istatistiki açıdan önemsiz ($p > 0.05$) bulunurken, ikame oranı (B) interaksiyonu ($p < 0.05$) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, portakal kabuğu ikame edilen bisküvilerin çap değerlerinin daha düşük olduğu, ikame oranı arttıkça çap değerlerinin azaldığı görülmüştür. %5 ile 10 ikame oranlı bisküvilerin çap değerleri benzer olarak tespit edilmiştir. Nar kabuğu katkılı bisküvilerin kalınlık değerinin portakal kabuğu katkılı bisküvilere benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. İkame oranı arttıkça kalınlık değerlerinde artış tespit edilmiştir. Nar kabuğu tozu ikameli bisküvilerin yayılma oranı değerleri portakal kabuğu ikameli bisküvilerin değerlerine benzer sonuçlar vermiştir. İkame oranı arttıkça yayılma oranı değerlerinde düşüş saptanmıştır (Çizelge 4.8).



Şekil 4.4. Bisküvi örneklerinin çap değerleri üzerinde etkili 'atık ürün x ikame oranı' interaksiyonu

Bisküvi formülasyonuna ilave edilen portakal kabuğu tozu oranının artması çap değerlerinde azalamaya sebep olurken çap değerindeki en büyük düşüşün % 20 portakal kabuğu tozu katkılı bisküvilerde olduğu tespit edilmiştir. İlave edilen nar kabuğu tozu oranının artması çap değerinde artışa sebep olmuştur (Şekil 4.4).

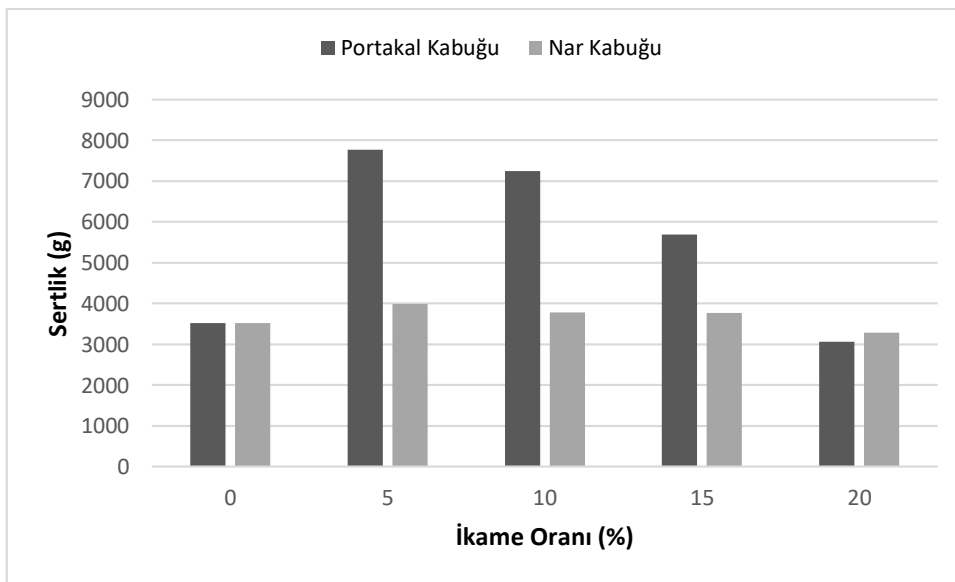
Bisküvinin yayılma oranı, kullanılan unun özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösterir ve bir kalite parametresidir. Bir çalışmada, bisküvi üretimi üzerine odaklanarak hamurun mayalanma miktarı ile yerçekiminin her zaman sabit olduğu kabul edildiği ve bu nedenle bisküvi örneklerinin yayılma oranının sadece hamurun viskozitesi tarafından etkilendiği sonucuna ulaşmışlardır. Araştırmaya göre, düşük viskoziteli hamurlar kullanıldığında, bisküvilerin daha yüksek bir yayılma oranına sahip olduğu gözlemlendiği belirtilmiştir (Hadinezhad ve Butler, 2010).

4.2.1.3. Tekstür

Bisküvi örneklerinin sertlik değerleri 3059.92 – 7767.33 g arasında bulunurken kırılmalık değerlerinin 37.68-40.91 mm arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.7’deki varyans analiz sonuçlarına göre; bisküviler sertlik ve kırılmalık bakımından değerlendirildiğinde atık ürün (A), ikame oranı (B) ve ‘atık ürün (A) x ikame oranı (B)’ interaksiyonunun etkileri istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur.

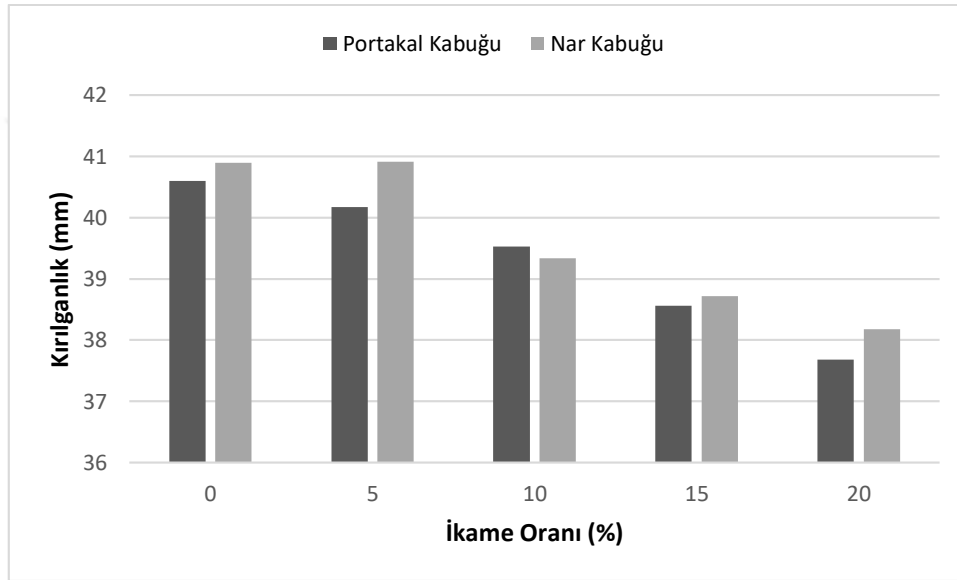
Bisküviler sertlik değeri açısından incelendiğinde en düşük sertlik değerine, nar kabuğuyla elde edilen bisküvi örneklerinin sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.8). İkame oranı olarak %5 ikame oranlı bisküvilerde en yüksek sertlik değeri görülürken oran arttıkça sertlik değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. %20 ikame oranlı bisküviler kontrol grubu bisküvilere göre istatistiki olarak daha düşük değer vermiştir.



Şekil 4.5. Bisküvi örneklerinin sertlik değerleri üzerinde etkili ‘atık ürün x ikame oranı’ interaksiyonu

Şekil 4.5 incelendiğinde farklı atık ürün eklenerek elde edilen bisküvi örneklerinde %5 ikame oranlı bisküviler en yüksek değerleri gösterirken oran arttıkça değerlerde düşüş tespit edilmiştir.

Üretilen bisküvi örneklerinde nar kabuğu ilavesinin kırılabilirlik değeri açısından yüksek değerler verdiği tespit edilmiştir. %5 ikame oranlı bisküvi ile kontrol grubu bisküvi istatistiki açıdan benzer değerler verse de, oran arttıkça kırılabilirlik değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir. İkame oranı arttıkça 40.60 mm'den 37.93 mm'ye kadar azalış göstermiştir (Çizelge 4.8).



Şekil 4.6. Bisküvi örneklerinin kırılabilirlik değerleri üzerinde etkili 'atık ürün x ikame oranı' interaksyonu

Bisküvi formülasyonuna ilave edilen atık ürün tozlarının ikame oranının artması kırılabilirlik değerinde düşüş olduğunu belirtmiştir. Nar kabuğu ikame oranı %10 olan örneklerin kırılabilirlik değerlerinde kontrol örneğe kıyasla keskin bir şekilde azalma gözlemlenmiştir (Şekil 4.6).

Tarasevicene ve ark. (2020), bisküvilerde çilek posası tozu ikame oranı arttıkça kırılabilirlik değerinde azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde, Bora ve ark. (2019), goji berry meyvesinin bisküvi formülasyonundaki ikame oranı arttıkça kırılabilirlik değerinin düştüğünü rapor etmişlerdir.

Baltacıoğlu ve ark. (2019), farklı oranlarda atık fermente havuç tozu eklenen bisküvilerde ikame oranının artmasıyla birlikte örneklerin kırılabilirlik değerlerinde azalma meydana geldiğini belirtmiştir.

4.2.2. Kimyasal analizler

Bisküvi örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.9'da, kimyasal analizlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10'da ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.11'de verilmektedir.

4.2.2.1. Nem

Gıdadaki su, karbonhidrat ve proteinlerin hidrasyonu glüten gelişimi ve diğer bileşenlerin çözünmesi için çok önemlidir (Ünal, 1991). Gıdanın su içeriği arttıkça mikrobiyal aktivite de artar ve bu da ürünü bozulmaya daha yatkın hale getirir. Öte yandan, gıdadaki su içeriğinin azalması, istenmeyen, tekstürel olarak sert bir yapıya yol açabilir (Sharma ve ark., 2006; Taş ve Ayhan, 2006; Eyiz, 2019). Ek olarak, bisküvilerin istenen gevrek dokusu, nem Emilimi nedeniyle bozulabilir ve bu da bisküvilerin yumuşamasına neden olur.

Bisküvi örneklerinin nem değerleri % 4.11 - 9.57 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.9). En yüksek nem değeri %20 portakal kabuğu ikameli bisküvi örneklerinde görülürken, en düşük nem değeri kontrol grubu bisküvi örneklerinde gözlemlenmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre; varyasyon kaynaklarından atık ürün (A) oranı $p < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu, ikame oranının (B) bisküvi örneklerinin nem değeri üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu, '*atık ürün (A) x ikame oranı (B)*' interaksiyonunun ise istatistiki olarak önemsiz bulunduğu görülmüştür (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.11'de verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; portakal kabuğu ilave edilen bisküvilerin daha yüksek nem içeriğine sahip olduğu görülmüştür. İkame oranı arttıkça nem değerlerinde de artış gözlemlenmiştir. Son üründe görülen bu nem artışının diyet lifi oranının artması ile doğru orantılı olduğu düşünülmektedir. Diyet lifindeki artış, unlu mamullerin su absorpsiyon kapasitesinin ve dolayısı ile de nem içeriğinin artmasına neden olmaktadır.

Bir araştırmada, meyve suyu fabrikasyon atığı olan turunçgil kabuklarının tozu bisküvi formülasyonunda unun % 10'u oranında ikame edildiği belirtilmiş, elde edilen bisküvilerde nem değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir (Youssef ve Mousa, 2012). Farklı bisküvi örneklerinde yapılan bir çalışmada ise, nem miktarlarının %2.1 ile 7.7 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Özkaya ve ark., 1984).

Çizelge 4.9. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerine ait kimyasal analiz değerleri¹

Atık Ürün	İkame Oranı (%)	Nem (%)	aw	Kül (%)	Yağ (%)	Protein (%)
Portakal Kabuğu Tozu	0	4.11 ± 0.14	0.33 ± 0.00	1.09 ± 0.02	16.19 ± 0.30	8.55 ± 0.04
	5	5.04 ± 0.15	0.35 ± 0.00	1.12 ± 0.02	16.54 ± 0.08	8.38 ± 0.10
	10	6.76 ± 0.18	0.38 ± 0.00	1.20 ± 0.02	16.36 ± 0.05	8.22 ± 0.13
	15	6.92 ± 0.00	0.40 ± 0.00	1.28 ± 0.04	16.24 ± 0.19	7.98 ± 0.04
	20	9.57 ± 0.13	0.48 ± 0.00	1.31 ± 0.00	16.16 ± 0.14	7.83 ± 0.04
Nar Kabuğu Tozu	0	4.11 ± 0.14	0.33 ± 0.00	1.09 ± 0.02	16.19 ± 0.30	8.55 ± 0.04
	5	4.16 ± 0.02	0.33 ± 0.00	1.13 ± 0.03	16.55 ± 0.46	8.46 ± 0.08
	10	6.23 ± 1.07	0.34 ± 0.01	1.32 ± 0.06	16.38 ± 0.02	8.29 ± 0.07
	15	6.62 ± 0.11	0.35 ± 0.01	1.32 ± 0.04	16.18 ± 0.70	8.15 ± 0.11
	20	7.90 ± 0.30	0.39 ± 0.00	1.42 ± 0.02	16.17 ± 0.03	8.02 ± 0.06
Minimum-maksimum		4.11 – 9.57	0.33 – 0.48	1.09 – 1.42	16.16 – 16.55	7.83 – 8.55
Ortalama ± std		6.14 ± 1.81	0.37 ± 0.04	1.23 ± 0.11	16.30 ± 0.15	8.24 ± 0.25

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.**Çizelge 4.10** Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	Nem		aw		Kül		Yağ		Protein	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Atık Ürün (A)	1	2.30	16.39*	0.00	650.30**	0.01	15.08*	0.00	0.00 ^{ns}	0.05	49.91**
İkame Oranı (B)	4	55.03	98.20**	0.03	607.58**	0.22	51.45**	0.40	0.96 ^{ns}	1.03	248.06**
AxB	4	1.66	2.98 ^{ns}	0.00	102.17**	0.01	3.05 ^{ns}	0.00	0.01 ^{ns}	0.02	5.82*
Hata	9		1.26		0.00		0.00		0.95		0.00

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

Çizelge 4.11. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerine ait kimyasal analiz değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Nem (%)	aw	Kül (%)	Yağ (%)	Protein (%)
Atık Ürün						
Portakal Kabuğu Tozu	10	6.48 ± 1.98 ^a	0.38 ± 0.05 ^a	1.20 ± 0.09 ^b	16.30 ± 0.20 ^a	8.19 ± 0.28 ^b
Nar Kabuğu Tozu	10	5.80 ± 1.60 ^b	0.34 ± 0.02 ^b	1.25 ± 0.13 ^a	16.30 ± 0.34 ^a	8.29 ± 0.21 ^a
İkame Oranı (%)						
0	4	4.10 ± 0.12 ^c	0.32 ± 0.00 ^d	1.09 ± 0.01 ^c	16.18 ± 0.24 ^a	8.55 ± 0.03 ^a
5	4	4.59 ± 0.52 ^c	0.33 ± 0.00 ^c	1.12 ± 0.02 ^c	16.54 ± 0.27 ^a	8.42 ± 0.08 ^b
10	4	6.49 ± 0.70 ^b	0.36 ± 0.02 ^b	1.25 ± 0.08 ^b	16.37 ± 0.03 ^a	8.25 ± 0.09 ^c
15	4	6.77 ± 0.18 ^b	0.37 ± 0.03 ^b	1.30 ± 0.04 ^{ab}	16.21 ± 0.42 ^a	8.06 ± 0.12 ^d
20	4	8.73 ± 0.99 ^a	0.43 ± 0.05 ^a	1.36 ± 0.06 ^a	16.16 ± 0.08 ^a	7.92 ± 0.12 ^e

¹Farklı harfle işaretlenmiş, aynısütündeki ortalamalar istatistiki olarak farklıdır (p<0.05).

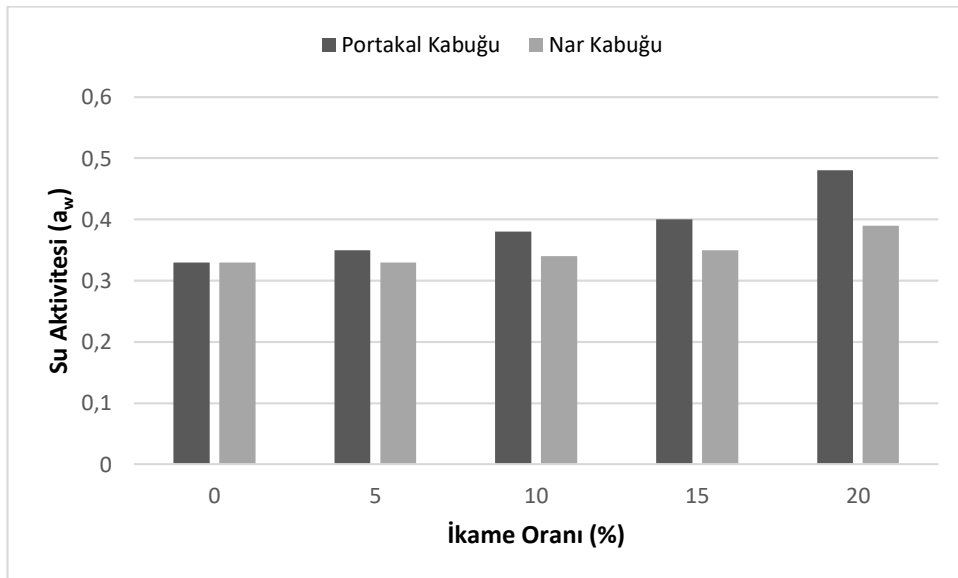
4.2.2.2.Su aktivitesi (a_w)

Gıdaların kalitesi ve muhafazası, içerdikleri su miktarıyla yakından ilişkilidir. Farklı gıda maddeleri, farklı su içeriklerine sahiptir. Yüksek su içeriğine sahip gıdaların kalite ve güvenliği, içerdikleri suyun kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik etkilerini kontrol altına alarak sağlanmaktadır. Su aktivitesi (a_w) ise nemden farklı bir kavramdır ve özellikle gıda kalitesini, kimyasal, mikrobiyolojik ve fiziksel stabiliteyi belirlemede önemli bir rol oynamaktadır (Özay ve ark., 1993).

Bisküvi örneklerinin su aktivitesi değerleri 0.33 - 0.48 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.9).

Varyans analiz sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin su aktivitesi üzerinde atık ürün (A), ikame oranı (B) ve '*atık ürün x ikame oranı* ($A \times B$)' interaksyonunun etkileri istatistiki açıdan önemli ($p < 0.01$) düzeyde bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.11'deki çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, en yüksek su aktivitesi içeriği portakal kabuğu tozu ile ikame edilmiş bisküvilerde görülmüştür. İkame oranı arttıkça bisküvilerin su aktivitesi değerinin artış gösterdiği görülmektedir. %10 ile 15 oranında ikame ürün eklenmiş bisküvilerin su aktivitesi değerleri istatistiki olarak benzer sonuçlar gösterirken, %20 oranında en yüksek değeri almıştır.



Şekil 4.7. Bisküvi örneklerinin su aktivitesi değerleri üzerinde etkili '*atık ürün x ikame oranı*' interaksyonu

Bisküvi formülasyonunda artan ikame seviyesi ile bisküvi örneklerinin su aktivitesi değerlerinde artış olduğu görülmüştür. En yüksek su aktivitesi değeri %20 oranında ikame atık ürün katılan örneklerde tespit edilirken, portakal kabuğu tozu ilave edilen örnekler nar kabuğu tozu ilave edilen örneklerle kıyasla daha yüksek su aktivitesi göstermiştir (Şekil 4.7).

4.2.2.3.Kül

Kül oranı, bir gıdanın yanıcı olmayan mineral kaynaklarının miktarını ifade eder. Bu mineraller, gıdanın içindekiler organik ürünler yanması veya ayrışması sonucu geriye kalan artıklardır.

Bisküvi örneklerinin kül içerikleri % 1.09 – 1.42 arasında değişmekte olup ortalama %1.23 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Örneklerin varyans analizi sonuçları incelendiğinde bisküvilerin kül içerikleri üzerinde atık ürün (A) istatistiki olarak $p < 0.05$ düzeyinde, ikame oranı (B) faktörlerin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde olduğu ancak '*atık ürün x ikame oranı (AxB)*' interaksiyonun önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Örneklerin çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen atık ürün bakımından incelendiğinde en yüksek kül içeriği nar kabuğu ilaveli örneklerde belirlenmiştir. Bisküvilere ilave edilen atık ürün miktarı arttıkça bisküvilerin kül içeriklerinin arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Portakal kabuğu veya nar kabuğu gibi bitkisel materyaller, doğal olarak yüksek miktarda mineral içermektedir. Bu mineraller, etkileri ve gelişmeleri için gerekli olan besin içerikleridir. Bisküvilere ilave edilen atık ürün tozları ile bisküvilerin içeriğindeki minerallerin miktarını artırmakta, dolayısıyla bileşenlerin yakılması veya ayrıştırılması durumunda daha fazla mineral artığı kalmaktadır. Bu sebeple oran arttıkça kül oranında yükselme görülmektedir.

Bir araştırmada, bisküvi formülasyonuna meyve albedolarının ikame miktarının artmasıyla örneklerin kül değerlerinin yükseldiği gözlemlenmiştir (Demirel, 2017). Farklı bir çalışmada, kepekli bisküvi örneklerinin kül içeriğinin % 4 ile 10 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Sudha ve ark., 2007).

Aydın (2014), çalışmasında balkabağı unu eklenen bisküvilerin kontrol grubuna kıyasla yüksek kül miktarlarına sahip olduğunu ifade etmiştir. Baltacıoğlu ve ark. (2019), bisküvi formülasyonunda atık fermente havuç tozu ilave etmiş, ikame oranının

artmasıyla birlikte kül miktarlarının da arttığını bildirmiştir. Olcay ve Demir (2020), farklı yöntemlerle elde ettikleri kamkat tozunu farklı oranlarda bisküvi örneklerine ikame ettikleri çalışmalarında, kurutma yöntemi ve ikame oranının kül değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yaratmadığını belirtmişlerdir.

4.2.2.4.Yağ

Bisküvi örneklerinde yağ miktarı %16.16 ile 16.55 arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.9). Çizelge 4.10'da belirtilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde, portakal kabuğu tozu ve nar kabuğu tozu ikameli bisküvi örneklerinin yağ miktarı üzerinde varyasyon kaynaklarından atık ürün(A), ikame oranı (B) ve '*atık ürün x ikame oranı (AxB)*' interaksiyonunun etkileri istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunduğu tespit edilmiştir.

Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre, atık ürünlerden portakal kabuğu tozu ile nar kabuğu tozu ilavesi ile üretilen bisküvilerin yağ miktarlarının istatistiksel olarak benzer sonuçlar gösterdiği belirlenmiştir. İkame oranının artmasıyla % yağ oranında istatistiki olarak bir fark görülmemiştir (Çizelge 4.11).

Aydın (2014), balkabağı tozunu dondurarak ve hava akımında kurutma yöntemini kullanarak elde etmiş, her iki kurutma yöntemiyle elde edilen balkabağı tozlarını, bisküvi örneklerinde un yerine ikame olarak kullanmış, ikame oranının artmasıyla yağ içeriğinin de artış gösterdiğini belirtmiştir.

Ulutürk (2018), bisküvi formülasyonunda incir çekirdeği tozu kullanmış ve bisküvilerin yağ içeriğini %13.73 ile 15.15 olarak rapor edilmiştir. Çalışmada ikame oranındaki artışın bisküvi örneklerinin yağ içeriğinde artışa neden olduğu kaydedilmiştir.

Koyuncu (2021) çalışmasında, farklı kurutma yöntemleri (konveksiyonel, mikrodalga ve vakum) kullanarak hünnap meyvesi tozu ürettiğini ve bu kurutma yöntemlerinin bisküvi örneklerinin yağ içeriği üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığını ifade etmiştir.

Özkaya ve ark. (1984) çalışması sonucunda, çeşitli bisküvilerin yağ içeriğinin % 4.4 ile 30.5 arasında farklılık gösterdiğini tespit etmiştir. Ayrıca, farklı bir araştırmada (Youssef ve Mousa, 2012), bisküvilere ilave edilen meyve kabuğu tozlarının örneklerinin yağ miktarını artırdığını belirtmektedir.

Bisküvi ya da farklı bir unlu mamüle ilave edilen ikame ürünün yağ içeriğinin ikame edilen buğday ununun yağ içeriğinden yüksek ya da düşük oluşuna bağlı olarak yağ içeriğinde değişiklikler yaptığı, bu çalışmada ikame olarak kullanılan portakal ve nar kabuğu tozlarının yağ içeriklerinin buğday ununa yakın değerler gösterdiği için son ürün olan bisküvi örneklerinin yağ içeriklerinde önemli bir değişikliğe neden olmadığı tespit edilmiştir.

4.2.2.5. Protein

Çizelge 4.9’da verilen sonuçlara göre bisküvilerin protein içerikleri % 7.83 ile 8.55 arasında değişmekte olup ortalama 8.24 olarak belirlenmiştir.

Örneklerin varyans analiz sonuçları incelendiğinde bisküvilerin protein içerikleri üzerinde atık ürün (A) ve ikame oranı (B) interaksyonlarının istatistiki açıdan $p < 0.01$ düzeyinde önemli ve ‘atık ürün x ikame oranı (AxB) interaksyonunun istatistiki açıdan $p < 0.05$ düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.10).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; nar kabuğu tozu ilave edilen bisküvi örnekleri portakal kabuğu tozu ilave edilen örneklere kıyasla daha yüksek protein değerleri verirken, bisküvilerin ikame oranı arttıkça protein oranında azalış meydana gelmiştir (Çizelge 4.11). Kullanılan gıda atığı tozlarının protein değerlerinin buğday unundan düşük çıkması sebebiyle ikame oranı arttıkça protein oranının daha düşük çıkması beklenen bir durumdur.

Bisküvilik unun protein içeriği meyve kabuğu tozlarına göre daha yüksektir. Bu sebeple meyve kabuğu tozu ilavesiyle oransal olarak un miktarının azaltılması, bisküvi örneklerinin protein miktarında bir azalmaya neden olmuştur. Bir araştırmada, muz ununun bisküvide kullanılmasının, bisküvinin protein içeriğinin düşmesine yol açtığı belirlenmiştir (Agama ve ark., 2012).

Yapılan araştırmalarda, bisküviye balkabağı tozunun bisküvilere ilave edilmesi (Aydın, 2014), olgun muz unu ikamesi (Agama ve ark., 2012), farklı narenciye kabuğu tozlarının eklenmesi (Demirel, 2017), kamkat tozu ilavesi (Olçay, 2019) ve hünnap meyvesi tozu kullanımının (Koyuncu, 2021) kontrol grubu ile karşılaştırıldığında protein değerlerinde azalmalara neden olduğu belirlenmiştir. Bu araştırmacıların çalışmalarında da belirttiği gibi, bisküvi üretiminde ilave edilen bileşenlerin protein içeriklerinin buğday ununa oranla düşük olması son ürünün de protein içeriğinde azalmaya neden olmaktadır.

Meyve suyu endüstrisinde yan ürün olarak elde edilen portakal kabuğu ve portakal posasının bisküvi yapımında kullanımının değerlendirildiği bir araştırmada bisküvi hamuruna % 5, 15 ve 25 oranlarında portakal kabuğu ve portakal posası ilave edilmiştir. Bisküvilerdeki yan ürün oranı arttıkça bu yan ürünlerin yağ ve protein içeriklerinin düşük olmasından dolayı katkılama oranının artmasıyla bisküvilerin protein ve yağ içeriklerinin azaldığını rapor etmişlerdir (Nassar ve ark., 2008).

4.2.2.6.Diyet lifi

Çizelge 4.12’de verilen sonuçlara göre bisküvilerin diyet lifi içerikleri % 4.16 ile 12.32 arasında değişmekte olup ortalama 8.07’dir. En yüksek diyet lifi değeri % 20 oranında nar kabuğu ikame edilmiş bisküvide görülürken en düşük diyet lifi değeri kontrol grubu bisküvilerde görülmüştür.

Örneklerin varyans analiz sonuçları incelendiğinde bisküvilerin diyet lifi içerikleri üzerinde atık ürün (A), ikame oranı (B) ve ‘*atık ürün x ikame oranı (AxB)*’ interaksiyonlarının istatistiki açıdan $p < 0.01$ düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.14’deki çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, nar kabuğu ikameli bisküvilerin daha yüksek değer verdiği tespit edilmiştir. Çizelge 4.14 ikame oranları açısından değerlendirildiğinde ise en düşük diyet lifi değerinin kontrol bisküvi örneğine (% 4.16) ait olduğu, en yüksek diyet lifi değerinin ise %20 ikameli bisküvi örneklerine (% 11.90) ait olduğu belirlenmiştir. İkame oranı arttıkça diyet lifi oranında artış gözlenmiştir.

Mildner-Szkudlarz ve ark. (2013), bisküvi örneklerine beyaz üzüm posası ekledikleri bir çalışmada, bisküvilerin diyet lifi içeriğinin % 3.4 ile 11.0 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Ayrıca, ikame oranındaki bir artışın, kontrol örneğine göre diyet lifi içeriğinde bir artışa yol açtığı gözlemlenmiştir.

Ulutürk (2018) incir çekirdeği unu ilave edilerek hazırlanan bisküvi örneklerinin toplam diyet lif içeriğinin % 1.93’den (kontrol grubu) % 11.06’ya (%30 ikame oranında) yükseldiğini, incir çekirdeği unu ikame oranı arttıkça bisküvilerin diyet lif içeriğinin de artış gösterdiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.12. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerine ait diyet lifi, karbonhidrat ve enerji değerleri¹

Atık Ürün	İkame Oranı (%)	Diyet Lif (%)	Karbonhidrat (%)	Enerji (kkal/00g)
Portakal Kabuğu Tozu	0	4.16 ± 0.03	70.06 ± 0.10	451.83 ± 2.17
	5	6.25 ± 0.78	68.92 ± 0.34	445.53 ± 1.81
	10	7.37 ± 0.09	67.47 ± 0.02	435.26 ± 0.70
	15	9.69 ± 0.06	68.47 ± 0.28	432.61 ± 0.88
	20	11.49 ± 0.13	65.12 ± 0.31	414.29 ± 0.05
Nar Kabuğu Tozu	0	4.16 ± 0.03	70.06 ± 0.10	451.83 ± 2.17
	5	6.53 ± 0.08	69.70 ± 0.39	448.53 ± 2.40
	10	8.59 ± 0.19	67.80 ± 1.15	434.64 ± 4.10
	15	10.20 ± 0.11	67.72 ± 0.88	428.73 ± 3.06
	20	12.32 ± 0.04	66.49 ± 0.23	418.98 ± 1.52
Minimum-maksimum		4.16 – 12.32	65.12 – 70.06	414.29 – 451.83
Ortalama ± std		8.07 ± 2.86	68.18 ± 1.60	436.22 ± 13.23

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır.

Çizelge 4.13. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerinin diyet lifi, karbonhidrat ve enerji değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	Diyet Lif		Karbonhidrat		Enerji	
		KT	F	KT	F	KT	F
Atık Ürün (A)	1	1.60	24.16**	0.60	2.50 ^{ns}	2.01	0.41 ^{ns}
İkame Oranı (B)	4	145.18	545.68**	43.03	45.00**	3106.10	159.22**
AxB	4	0.90	3.39**	2.56	2.67 ^{ns}	44.34	2.27 ^{ns}
Hata	9	0.60		2.15		43.89	

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

Çizelge 4.14. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerine ait örneklerinin diyet lifi, karbonhidrat ve enerji değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Diyet Lif (%)	Karbonhidrat (%)	Enerji (kkal/100g)
Atık Ürün				
Portakal Kabuğu Tozu	10	7.79 ± 2.72 ^b	68.00 ± 1.76 ^a	435.90 ± 13.57 ^a
Nar Kabuğu Tozu	10	8.35 ± 2.98 ^a	68.35 ± 1.49 ^a	436.53 ± 13.08 ^a
İkame Oranı (%)				
0	4	4.16 ± 0.02 ^e	70.06 ± 0.08 ^a	451.82 ± 1.77 ^a
5	4	6.39 ± 0.48 ^d	69.31 ± 0.54 ^a	447.03 ± 2.44 ^a
10	4	7.97 ± 0.71 ^c	68.09 ± 0.69 ^b	434.94 ± 2.42 ^b
15	4	9.94 ± 0.30 ^b	67.63 ± 0.69 ^b	430.66 ± 2.89 ^b
20	4	11.90 ± 0.46 ^a	65.80 ± 0.82 ^c	416.63 ± 2.84 ^c

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

4.2.2.7.Karbonhidrat

Portakal kabuğu tozu ve nar kabuğu tozu kullanılarak üretilen bisküvilerin karbonhidrat miktarları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Bisküvilerin karbonhidrat değerleri % 65.12 ile 70.06 arasında değişim göstermiş, ortalama olarak % 68.18 bulunmuştur.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, portakal kabuğu ve nar kabuğu tozu ikameli bisküvi örneklerinin karbonhidrat miktarı üzerinde varyasyon kaynaklarından atık ürün (A) ve ‘*atık ürün x ikame oranı (AxB)*’ interaksiyonunun etkileri istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunduğu, ikame oranı (B)’nin ise $p<0.01$ oranında önemli bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

Çoklu karşılaştırma testine göre, atık ürünlerin istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermediği deskriptif olarak nar kabuğu ikameli bisküvilerin daha yüksek değer verdiği gözlemlenmiştir. İkame oranı açısından değerlendirildiğinde ise en düşük karbonhidrat değerinin %20 ikameli bisküvilerde görüldüğü, %10 ile 15 ikameli bisküvilerin benzer sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Deskriptif olarak en yüksek değeri kontrol grubu örnekler verse de istatistiksel olarak %5 ikameli bisküviler ile benzer sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 4.14).

Bir araştırmada meyve suyu fabrikasından gıda yan ürünü olarak ortaya çıkan turunçgil kabuklarından elde edilen toz bisküvi reçetesinde %10 oranında buğday ununa ikame edilmiş, bisküvi örneklerindeki karbonhidrat miktarının azaldığı gözlemlenmiştir (Youssef ve Mousa, 2012). Özkaya ve ark. (1984) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı bisküvi örneklerinin karbonhidrat miktarlarının % 2.1 ile 7.7 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Aydın (2014), balkabağı unu katılarak hazırlanan bisküvi örneklerinin karbonhidrat değerlerinin %66.16 ile 67.33 arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmada, balkabağı unu ilavesinin artmasının bisküvilerdeki karbonhidrat değerlerinde düşüşe neden olduğu belirtilmiştir. Karbonhidrat miktarı ürünlereki nem, kül, protein ve yağ içeriği ile ilgili olduğundan bu bileşenlerdeki bir değişim karbonhidrat içeriğini de doğrudan etkilemektedir.

4.2.2.8.Enerji

Çizelge 4.12’ye göre bisküvi örneklerinin 414.29 kkal/100g – 451.83 kkal/100g arasında değişen enerji değerlerine sahip olduğunu hesaplanmıştır.

Bisküvi örneklerinin varyans analiz sonuçlarına göre; enerji değeri üzerinde atık ürün (A) ve, ‘*atık ürün (A) x ikame oranı (B)*’ interaksiyonun enerji değerleri üzerinde etkileri istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunduğu, ikame oranı (B)’nin ise $p<0.01$ oranında önemli bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre nar kabuğu katkılı bisküvilerin enerji değerlerinin deskriptif olarak daha yüksek olduğu ancak ilave edilen atık ürünler arasında istatistiki olarak bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. %5 ikame oranında atık ürün ilaveli bisküvi örnekleri ile (447.03 kkal/100g), kontrol grubu bisküvilerin (451.82 kkal/100g) en yüksek değerleri verdiği tespit edilmiştir. En düşük değeri ise % 20 oranında atık ürün ikameli bisküvinin (416.63 kkal/100g) verdiği gözlemlenmiştir.

Diyet lifi oranı yüksek olan gıdaların enerji değeri olarak düşük olduğu göz önünde bulundurulduğunda en yüksek değerlerin kontrol grubu ve en az ikame oranında görülmesi beklenen bir durumdur.

Uysal (2005) tarafından limon, elma, buğday kepeği ve buğday lifi ilave edilmiş bisküviler üzerinde yaptığı bir çalışmada lif ikame oranı (%0, 15, 20, 30) arttıkça, enerji değerler düştüğü tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, diyet lif içeriğindeki artışın enerji değerlerindeki düşüşten sorumlu olduğu ileri sürülmüştür.

4.2.3. Fonksiyonel analizler

4.2.3.1. Toplam fenolik madde miktarı

Fenolik maddeler, bitkilerde yaygın olarak bulunan ve biyolojik aktiviteleri nedeniyle büyük ilgi gören önemli bir kimyasal bileşik grubudur. Bitkilerin büyüme, gelişme ve savunma mekanizmalarında rol oynayan bu maddeler, sağlık açısından da birçok fayda sağladığı düşünülen doğal bileşiklerdir. Fenolik bileşikler, bitkilerde çeşitli yapı ve fonksiyonel gruplar içeren geniş bir kimyasal yelpazede bulunur.

Bisküvilere ait toplam fenolik madde miktarları 827.27 µg GAE/g ile 3208.90 µg GAE/g arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerine ait toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleri¹

Atık Ürün	İkame Oranı (%)	TFMM (µg GAE/g)	Antioksidan Aktivite (%)
Portakal Kabuğu Tozu	0	827.27 ± 5.93	25.56 ± 0.28
	5	1021 ± 12.97	28.18 ± 0.13
	10	1358.33 ± 6.34	33.85 ± 0.06
	15	1776.98 ± 14.11	39.56 ± 0.44
	20	1949.96 ± 26.70	45.52 ± 0.12
Nar Kabuğu Tozu	0	827.27 ± 5.93	25.56 ± 0.28
	5	1871.65 ± 6.39	32.55 ± 0.25
	10	2344.14 ± 8.02	44.22 ± 0.06
	15	2922.62 ± 21.11	52.45 ± 0.05
	20	3208.90 ± 3.66	64.71 ± 0.11
Minimum-maksimum		827.27 – 3208.90	25.56 – 64.71
Ortalama ± std		1810.87 ± 834.11	39.21 ± 12.73

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.16. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	TFMM		Antioksidan Aktivite	
		KT	F	KT	F
Yan Ürün (A)	1	3596253.9	18827.63**	438.23	8598.84**
İkame Oranı (B)	4	7931596.4	10381.16**	2255.04	11061.85**
AxB	4	995555.9	1303.02**	222.57	1091.81**
Hata	9	1719		0.45	

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

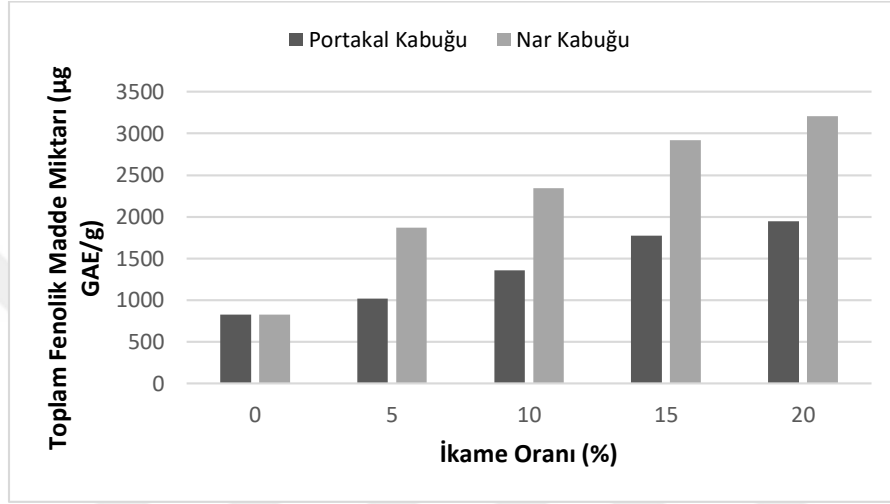
Çizelge 4.17. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerine ait toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	TFMM (µg GAE/g)	Antioksidan Aktivite (%)
Atık Ürün			
Portakal Kabuğu Tozu	10	1386.82 ± 451.47 ^b	34.53 ± 7.71 ^b
Nar Kabuğu Tozu	10	2234.91 ± 887.84 ^a	43.89 ± 14.69 ^a
İkame Oranı (%)			
0	4	827.27 ± 4.84 ^e	25.55 ± 0.22 ^e
5	4	1446.62 ± 490.84 ^d	30.36 ± 2.52 ^d
10	4	1851.23 ± 569.18 ^c	39.03 ± 5.98 ^c
15	4	2349.80 ± 661.59 ^b	46.00 ± 7.44 ^b
20	4	2579.43 ± 727.01 ^a	55.11 ± 11.07 ^a

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

Çizelge 4.16’da belirtilen varyans analizi sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarı üzerinde atık ürün (A), ikame oranı (B) ve ‘atık ürün x ikame oranı (AxB)’ interaksiyonlarının istatistiki açıdan p<0.01 düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre bisküvilerin toplam fenolik madde miktarları üzerinde nar kabuğu tozu ikameli bisküvilerin portakal kabuğu tozu ikameli bisküvilere kıyasla daha yüksek değerler verdiği, ikame oranı arttıkça toplam fenolik madde miktarında da artış olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.17). Nar kabuğu ve portakal kabuğunun içerdiği toplam fenolik madde miktarının buğday unundan daha yüksek olması sebebiyle artış gözlenmesi beklenen bir sonuçtur.



Şekil 4.8. Bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarı değerleri üzerinde etkili '*atık ürün x ikame oranı*' etkileşimi

Şekil 4.8 incelendiğinde de benzer sonuçlar görülmektedir. Bisküvilerin artan ikame oranı ile toplam fenolik madde miktarında artış olduğu gözlemlenmiştir. Nar kabuğu tozu ikameli bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarı, artan ikame oranıyla birlikte portakal kabuğu tozu ikameli bisküvi örneklerine kıyasla daha fazla artış göstermiştir.

Bir araştırmada dondurularak kurutularak portakal kabuğu toz haline getirilip %1, 3, 5 ve 7 oranlarında bisküvi reçetesine eklenmiştir. Bu örneklerin, antioksidan, toplam karotenoid ve toplam fenolik madde miktarlarının portakal kabuğu tozu ilavesiyle arttığı gözlemlenmiştir. Fenolik madde miktarının başlangıçta 447 mg/g iken portakal kabuğu tozu ilavesi ile 889 mg/g'a yükseldiği belirtilmiştir (Can, 2015). Aynı şekilde, Demirel (2017) tarafından albedo tozlarının bisküvi reçetesine katılmasıyla fenolik madde miktarının 735 mg/g'dan 1580 mg/g'a çıktığı ifade edilmiştir.

4.2.3.2. Antioksidan aktivite

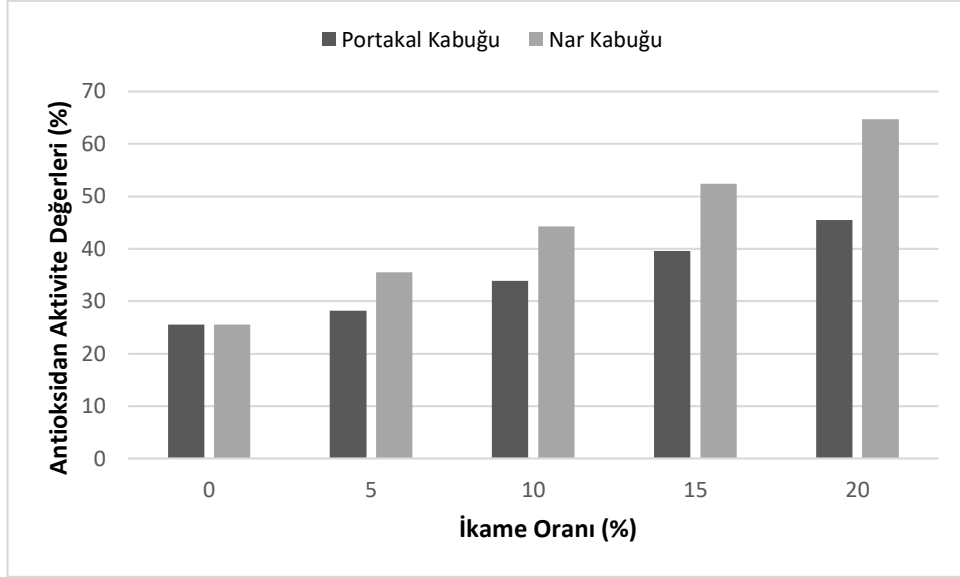
Antioksidan aktivite, hücrelerin serbest radikaller olarak adlandırılan zararlı moleküllerin neden olduğu oksidatif strese korunmasında önemli bir rol oynayan bir özelliktir. Serbest radikaller, hücre hasarına ve yaşlanma süreçlerine neden olabilen reaktif moleküllerdir. Antioksidanlar, bu serbest radikalleri etkisiz hale getirerek hücreleri korur ve oksidatif stresin negatif etkilerini azaltabilirler. Antioksidan aktivite, çeşitli bitkisel kaynaklardan elde edilen fenolik bileşikler, vitaminler ve mineraller gibi maddeler tarafından sağlanabilir.

Bisküvi örneklerinin antioksidan aktivite değerleri % 25.56 ile 64.71 arasında değişim göstermiştir. En yüksek antioksidan aktivite değerini % 20 oranında nar kabuğu ikameli bisküvi örnekleri gösterirken, en düşük antioksidan aktivite değerini kontrol bisküvi örnekleri göstermiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.16’da verilen varyans analizi sonuçlarına bakıldığında, bisküvi örneklerinin antioksidan aktivite değerleri üzerinde atık ürün(A), ikame oranı (B) ve ‘atık ürün x ikame oranı (AxB)’ interaksiyonlarının istatistiki açıdan $p < 0.01$ düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Çoklu karşılaştırma testine göre antioksidan aktivite değerleri atık ürünler bakımından değerlendirildiğinde en yüksek nar kabuğu ikamesinin kullanıldığı örneklerde tespit edilmiştir. İkame oranının artmasıyla antioksidan aktivite değerleri artmıştır. % 20 ikame oranında en yüksek antioksidan aktivite değeri görülmüştür (Çizelge 4.17).

Nar kabuğu ve portakal kabuğu tozu, içerdikleri zengin fenolik bileşikler nedeniyle güçlü antioksidan aktiviteye sahip doğal kaynaklardır. Bu meyvelerin kabukları, özellikle flavonoidler, tanenler, antosiyaninler ve C vitamini gibi antioksidanlar bakımından zengindir. Bu bileşikler, hücresel oksidatif stresi azaltarak serbest radikallerin zararlı etkilerine karşı koruma sağlayabilirler. Nar kabuğu ve portakal kabuğu ekstraktları, serbest radikallerin neden olduğu hücresel hasarı önleyebilir ve yaşlanma süreçlerini yavaşlatabilir. Bu doğal kaynaklar, beslenme ve sağlık açısından önemli birer destek oluşturabilir, aynı zamanda işlenmiş gıdalarda kullanılarak ürünlerin kalitesini artırabilirler.



Şekil 4.9. Bisküvi örneklerinin antioksidan aktivite değerleri üzerinde etkili '*atık ürün x ikame oranı*' interaksyonu

Bisküvi örneklerinin artan ikame oranı ile antioksidan aktivite değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Nar kabuğu tozu kullanılarak elde edilen % 20 ikameli bisküvilerin antioksidan aktivite değerleri en yüksek seviyeye ulaşmıştır (Şekil 4.9).

Baltacıoğlu ve ark. (2019), bisküvi örneklerine fermente kara havuç atığı tozu eklemiştir. Araştırmada, atık fermente kara havuç tozu ilaveli bisküvilerin antioksidan aktivite değerlerinin % 33.95 ile 42.06 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, ikame oranının artmasıyla birlikte antioksidan aktivite değerlerinin yükseldiğini gözlemlemiştir.

4.2.4. Duyusal değerlendirme

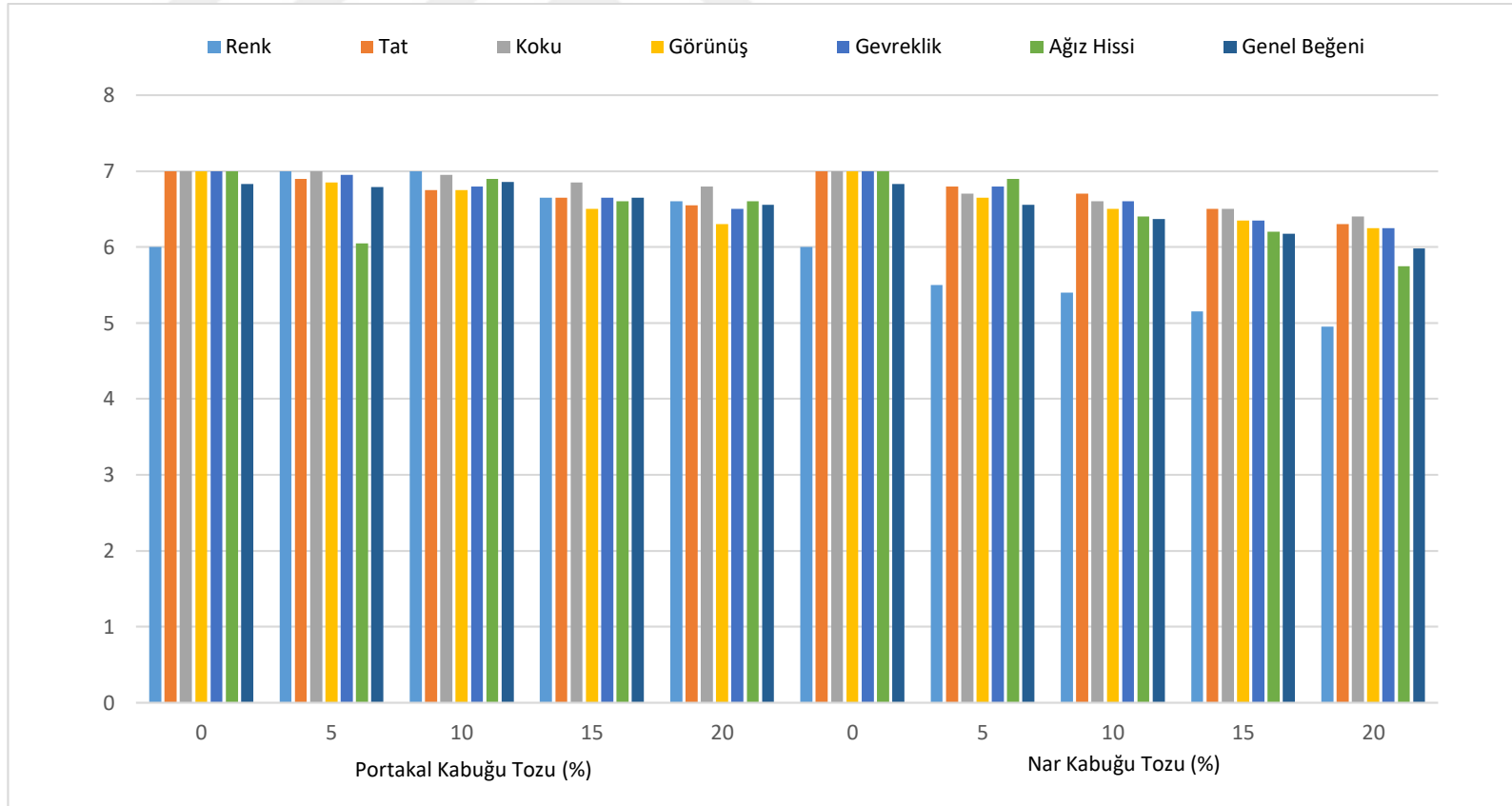
Duyusal özellikler panalistler tarafından renk, tat, koku, görünüş, gevreklik, ağız hissi ve genel beğeni bakımından değerlendirilmiştir (Şekil 4.12).

Şekil 4.10'da belirtilen duyusal analiz sonuçlarına göre renk açısından en beğenilen örnekler % 5 ve % 10 portakal kabuğu tozu katkılı bisküvilerde görülmüştür. Tat bakımından 7 değerini alarak en çok beğenilen kontrol örneği olurken; 6.9 değeri ile %5 portakal kabuğu katkılı, 6.8 değeri ile %5 nar kabuğu katkılı bisküvi ve 6.75 ile %10 portakal kabuğu katkılı bisküvi örnekleri de yüksek skorlar elde etmiştir. Duyusal analize tabi tutulan bisküvilerde koku değeri açısından en yüksek skoru kontrol grubu ve % 5 portakal kabuğu katkılı bisküviler alırken, görünüş bakımından en yüksek skoru kontrol grubu bisküviler almıştır. Bisküvi örnekleri gevreklik açısından

değerlendirildiğinde 7.00 değerini kontrol grubu örneği almış, 6.95 değeri ise %5 portakal kabuğu katkılı bisküvi takip etmiştir. Bisküvi örnekleri ayrıca genel beğeni testine tabi tutulmuş olup, 6.83 değeri ile genel beğenisi en yüksek olan örnek kontrol grubu örnekleri olmuştur.

Portakal kabuğu ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerinde ikame oranının artması ile tat, koku, renk, görünüş, gevreklik, ağız hissi ve genel beğeni skorlarında düşüş gözlemlenmiştir. % 5 oranında ilave edilen atık ürünlerin herhangi bir olumsuz etki oluşturmaksızın bisküvi örneklerine eklenebileceği düşünülmektedir. Genel beğeni olarak bakıldığında portakal kabuğu tozu örneklerinin nar kabuğu tozu örneklerine göre daha fazla tercih edildiği gözlenmektedir. En beğenilen örnek ise % 10 oranında portakal kabuğu tozu katılan bisküvi örnekleri olmuştur.





Şekil 4.10. Bisküvi örneklerinin duyu analizi sonuçları

4.3. Kek Analiz Sonuçları

4.3.1. Fiziksel analizler

Kek hamuru örneklerine ait fiziksel analiz sonuçları Çizelge 4.18’de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19’da ve fiziksel analizlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.20’de verilmektedir.

4.3.1.1. Özgül ağırlık

Özgül ağırlık, kek hamurunun içerdiği malzemelerin yoğunluğunu ve kompaktlığını yansıtır. Bu ölçüm, kek hamurunun istenen dokusunu, kabarcıklığını ve hafifliğini elde etmek için kullanılan malzemelerin doğru oranlaması ve işlenmesi için önemli bir gösterge olabilmektedir.

Özgül ağırlık, kek hamuru içinde bulunan hava kabarcıklarının miktarı ile ilişkilidir (Baxiualli, 2008). Hamur içinde karıştırılan hava miktarına bağlı olarak özgül ağırlık değişir; bu da gözeneklerin boyutu, dokuların hacmi ve içsel özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Lee ve ark., 2011). Eğer hamurun özgül ağırlığı yüksekse, hamur içinde hava karışımı azdır, bu nedenle hamur daha yoğun olur, kekin hacmi azalır, gözenekler daha küçük ve yoğun olur ve kekin içi sert olur (Lee ve ark., 2011). Genel olarak, sünger kekler için uygun özgül ağırlık değerinin 0.5 g/cm^3 olduğu bilinmektedir (Lee, 2010).

Çizelge 4.18. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek hamuru örneklerine ait özgül ağırlık ve pH değerleri¹

Atık Ürün	İkame Oranı (%)	Özgül Ağırlık (mg/cm^3)	pH
Portakal Kabuğu Tozu	0	0.925 ± 0.007	6.90 ± 0.01
	5	1.035 ± 0.007	6.78 ± 0.00
	10	1.055 ± 0.007	6.62 ± 0.01
	15	1.085 ± 0.007	6.51 ± 0.00
	20	1.125 ± 0.007	6.44 ± 0.00
Nar Kabuğu Tozu	0	0.925 ± 0.007	6.90 ± 0.01
	5	1.045 ± 0.007	6.56 ± 0.02
	10	1.075 ± 0.007	6.21 ± 0.00
	15	1.115 ± 0.007	5.91 ± 0.01
	20	1.145 ± 0.007	5.67 ± 0.00
Minimum-maksimum		$0.925 - 1.145$	$5.67 - 6.90$
Ortalama $\pm$ std		1.053 ± 0.075	6.45 ± 0.40

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır

Çizelge 4.19. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek hamuru örneklerinin özgül ağırlık ve pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	Özgül Ağırlık		pH	
		KT	F	KT	F
Atık Ürün (A)	1	0.001	23.04*	0.80	8000**
İkame Oranı (B)	4	0.10	461.34**	1.85	4640.30**
AxB	4	0.00	2.34 ^{ns}	0.36	923.50**
Hata	9	0.00		0.00	

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

Çizelge 4.20. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek hamuru örneklerinin özgül ağırlık ve pH değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Özgül Ağırlık (mg/cm ³)	pH
Atık Ürün			
Portakal Kabuğu Tozu	10	1.045 ± 0.07 ^b	6.65 ± 2.01 ^a
Nar Kabuğu Tozu	10	1.061 ± 0.08 ^a	6.25 ± 1.93 ^b
İkame Oranı (%)			
0	4	0.925 ± 0.005 ^e	6.90 ± 3.44 ^a
5	4	1.040 ± 0.008 ^d	6.67 ± 0.86 ^b
10	4	1.065 ± 0.012 ^c	6.41 ± 1.76 ^c
15	4	1.100 ± 0.018 ^b	6.21 ± 4.35 ^d
20	4	1.135 ± 0.012 ^a	6.06 ± 6.91 ^e

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

Kek hamuru örneklerinin özgül ağırlık değerleri 0.925 mg/cm³ - 1.145 mg/cm³ arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.18). Örneklerin varyans analiz sonuçları incelendiğinde kek hamurlarının özgül ağırlık değerleri üzerinde atık ürün(A) interaksyonu bakımından (p<0.05) oranında önemli olduğu, ikame oranı (B) interaksyonun p<0.01 düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu ve 'atık ürün x ikame oranı (AxB)' interaksyonlarının istatistiki açıdan önemsiz (p>0.05) olduğu görülmüştür (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.20'de verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; portakal kabuğu tozu ilave edilen kek hamurlarının nar kabuğu tozu ilaveli örneklerle göre daha düşük özgül ağırlık değerlerine sahip olduğu görülmüştür

İkame oranı bakımından değerlendirildiğinde en düşük özgül ağırlık kontrol grubu kek hamurlarına aitken, ikame oranı arttıkça özgül ağırlık değerlerinde artış gözlemlenmiştir (Çizelge 4.20).

Baixaui ve ark. (2008) yaptıkları bir çalışmada kek hamurlarında özgül ağırlık değerlerinin dirençli nişasta ilavesi ile hafif de olsa azaldığını göstermiştir. Kim ve ark. (2014) yaptıkları bir çalışmada % 0, 20, 30, 40 ve 50 oranlarında yer elması tozu ilave edilen pirinç unu sünger keklerinde yer elması tozu ikamesinin artmasıyla, özgül ağırlık değerlerinin önemli derecede arttığı bildirilmiştir. Çınar (2018) farklı hidrokoloidler ile

(guar ve ksantan gam) yaptığı bir kek çalışmasında, guar gam ilave edilen suffle keklerinin hamur yoğunluklarının 0.993 ile 1.043 g/cm³ arasında değiştiğini, artan ikame oranıyla hamur yoğunluğunun arttığını belirtmiştir.

Benzer sonuçlar Gomez ve ark. (2007) tarafından da keklere eklenen tüm hidrokoloidlerin keklerin yoğunluğunda artışa neden olduğu rapor etmişlerdir. Kırbaş ve ark. (2019), glutensiz keklerde % 5, 10 ve 15 oranlarında farklı lif kaynakları (havuç, elma ve portakal posası) kullandıkları bir çalışmada ilave edilen meyve posası tozunun kek hamurunun özgül ağırlığını arttırdığını, özgül hacmini ise azalttığını rapor etmişlerdir.

Meyve tozunun glutensiz kek formülasyonuna eklendiği bir çalışmada, meyve tozu ilave oranlarının artmasıyla özgül ağırlıklarında azalma tespit edildiği rapor edilmiştir. Bunun sebebi olarak ise meyve tozlarının içeriğinde bulunan besin bileşenlerinin çözünerek formülasyonda bulunan diğer ürünler ile etkileşmesi ve bu şekilde hamura kazandırılan hava kabarcıkları miktarının azalması olabileceğini belirtmişlerdir (Turğay, 2023).

4.3.1.2. pH

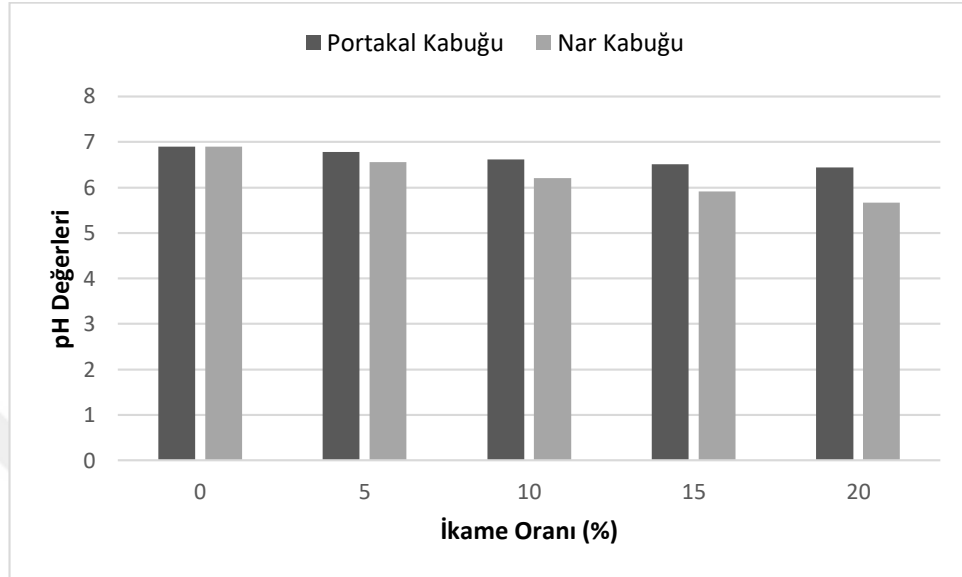
Kek hamurunun pH'ı kek içi rengini etkileyen önemli bir parametredir. İç rengi beyaz olması istenen keklerde hamurun pH değerini normalin 0.2 birim düşürülmek gerekmektedir. Genel olarak, kek hamurunun pH değeri ana bileşenler ve hamur kabartıcılar tarafından belirlenmektedir. Optimum kek hacmi, içyapısı ve dokusu ancak uygun pH değerinde elde edilebilmektedir. Kek pH'sındaki bir artış, hacmin artmasına neden olmakta, ancak ince bir hücre duvarına ve kek içinde kaba bir dokuya yol açmaktadır. Tersine, pH'daki bir düşüş kek iç yapısının daha yoğun hale gelmesine ve kek hacminin azalmasına neden olmaktadır (Pyler, 1988).

Farklı atık ürün ve farklı ikame oranları kullanılarak hazırlanan kek hamurlarının pH değerleri 5.67 – 6.90 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.18).

Örneklerin varyans analiz sonuçları incelendiğinde kek hamurlarının pH değerleri üzerinde atık ürün (A), ikame oranı (B) ve '*atık ürün x ikame oranı (AxB)*' interaksiyonlarının istatistiki açıdan $p < 0.01$ düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.19).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, portakal kabuğu kullanılarak elde edilen kek hamurlarının pH değeri nar kabuğu tozu ilave edilen kek örneklerine kıyasla

daha yüksek değerler vermiştir. Atık ürün ikame oranının artmasıyla kek hamurunun pH değerlerinin azaldığı en düşük değerleri % 20 oranında atık ürün ilave edilmiş kek örneklerinin verdiği gözlemlenmiştir (Çizelge 4.20).



Şekil 4.11. Kek hamuru örneklerinin pH değerleri üzerinde etkili 'atık ürün x ikame oranı' interaksyonu

Kek örneklerinin artan ikame oranı ile pH değerlerinde azalış olduğu gözlemlenmiştir. Nar kabuğu tozu kullanılarak elde edilen %20 ikameli bisküvilerin pH değerleri en düşük seviyeye ulaşmıştır (Şekil 4.11).

Çeşitli kurutma yöntemleri ile elde edilen nar çekirdeği tozunun % 0, 10, 20 ve 30 oranlarında kek formülasyonuna ilave edilmesi ile elde edilen kek hamurlarının pH değerleri 7.29, 6.84, 6.51 ve 6.33 olarak belirlenmiş, ikame oranının artmasıyla pH değerlerinde düşme gözlenmiştir (Noğay, 2014).

Masoodi ve ark. (2002), kek hamurlarının pH değerlerinin 6.82 ile 7.19 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Alp ve Bilgiçli (2008), kek hamurlarının pH değerinin 6.99 ile 7.20 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kronberga ve ark. (2013) yer elması tozu ilave edilerek elde edilen kek hamuru örneklerinde, reçetede artan ikame oranına bağlı olarak pH değerlerinde azalma gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Fondroy ve ark. (1989), yulaftan elde edilen selülozu % 0 ila % 40 oranlarında kek hamurlarına ilave etmişler, pH değerlerinin 6.62 ile 6.66 arasında değiştiğini ve değerler arasında istatistiksel bir fark olmadığını belirtmişlerdir.

4.4.1.3. Kek kabuğu ve iç renk değerleri

Üretilen kek örneklerine ait kabuk renk analiz sonuçları Çizelge 4.21’de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22’de ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.23’te verilmiştir. Kek örneklerinin iç renk değerleri Çizelge 4.24’te, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.25’te ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.26’da verilmiştir.

Kek örneklerine ait kabuk rengi L^* değerleri 36.91 ile 51.30 arasında değişmiştir. En yüksek parlaklık değeri kontrol kekta görülürken en düşük parlaklık değeri %20 oranında nar kabuğu ikameli kekta görülmüştür (Çizelge 4.21).

Varyans analizi sonuçlarına göre atık ürün (A) ve ikame oranı (B) interaksiyonlarının istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde etkilendiği, ‘*atık ürün (A) x ikame oranı (B)*’ interaksiyonunun ise $p<0.05$ düzeyinde etkilendiği belirlenmiştir (Çizelge 4.22).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre portakal kabuğu tozu ilaveli keklerin nar kabuğu tozu ilaveli keklere göre daha yüksek L^* değeri sağladığı görülmüştür. İkame oranı arttıkça L^* değerinin ortalama olarak 51.30 değerinden 40.87 değerine kadar düştüğü gözlemlenmiştir ($p<0.05$).

Eklenen atık ürün oranı arttıkça parlaklık değerlerindeki düşüşün atık ürünlerde bulunan liflerdeki serbest şeker içeriğinin yüksek olmasına bağlanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.21. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerine ait kabuk renk değerleri¹

Atık Ürün	İkame Oranı (%)	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>SI</i> (chroma)	Hue angle
Portakal Kabuğu Tozu	0	51.30 ± 1.02	9.73 ± 0.71	25.51 ± 1.68	27.30 ± 1.83	69.14 ± 0.14
	5	47.80 ± 1.12	10.29 ± 0.19	16.57 ± 0.61	19.50 ± 0.62	58.16 ± 0.47
	10	47.79 ± 2.34	10.02 ± 0.06	19.01 ± 0.24	21.49 ± 0.19	62.20 ± 0.43
	15	47.08 ± 3.42	8.90 ± 0.66	19.70 ± 0.56	21.62 ± 0.78	65.72 ± 0.98
	20	44.82 ± 0.83	7.48 ± 0.42	21.56 ± 0.76	22.83 ± 0.85	70.88 ± 0.38
Nar Kabuğu Tozu	0	51.30 ± 1.02	9.73 ± 0.71	25.51 ± 1.68	27.30 ± 1.83	69.14 ± 0.14
	5	42.99 ± 0.71	8.06 ± 0.23	21.97 ± 0.35	23.40 ± 0.41	69.86 ± 0.22
	10	42.25 ± 1.67	8.03 ± 0.32	16.67 ± 2.22	18.50 ± 2.14	64.63 ± 1.46
	15	42.00 ± 1.14	7.29 ± 0.67	16.25 ± 2.12	17.80 ± 2.21	65.80 ± 0.83
	20	36.91 ± 4.29	6.23 ± 0.15	12.16 ± 0.07	13.66 ± 0.13	62.89 ± 0.42
Minimum-maksimum		36.91 – 51.30	6.22 – 10.28	12.16 – 25.51	13.66 – 27.30	58.16 – 70.88
Ortalama ± std		46.12 ± 4.51	8.57 ± 1.36	19.49 ± 4.27	21.34 ± 4.22	65.84 ± 4.02

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.*L**:parlaklık, *a**:kırmızı-yeşil renk değeri, *b**:sarı-mavi renk değeri, *SI*:doygunluk indeksi ve Hue angle: Renk tonu açısı değeriÇizelge 4.22. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerinin kabuk renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	<i>L</i> *		<i>a</i> *		<i>b</i> *		<i>SI</i>		Hue angle	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Atık Ürün (A)	1	53.37	20.65**	10.04	130.85**	19.20	29.11**	29.09	43.53**	7.71	15.37*
İkame Oranı (B)	4	252.80	24.45**	20.33	66.24**	192.81	73.07**	198.30	74.19**	84.75	42.22**
AxB	4	60.22	5.83*	3.06	9.97**	115.81	43.90**	93.53	34.92**	198.60	98.94**
Hata	9	23.26			0.69		5.94		6.01		0.50

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

Çizelge 4.23. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerinin kabuk renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	L*	a*	b*	SI	Hue angle
Atık Ürün						
Portakal Kabuğu Tozu	10	47.75 ± 15.39 ^a	9.28 ± 3.15 ^a	20.47 ± 7.16 ^a	22.54 ± 7.64 ^a	65.22 ± 20.93 ^b
Nar Kabuğu Tozu	10	44.49 ± 15.07 ^b	7.86 ± 2.78 ^b	18.51 ± 7.60 ^b	20.13 ± 8.05 ^b	66.46 ± 21.30 ^a
İkame Oranı (%)						
0	4	51.30 ± 25.78 ^a	9.72 ± 4.80 ^a	25.51 ± 12.61 ^a	27.30 ± 13.49 ^a	69.13 ± 34.59 ^a
5	4	48.52 ± 19.36 ^{ab}	9.17 ± 2.51 ^{ab}	19.27 ± 7.08 ^b	21.45 ± 8.04 ^b	64.01 ± 29.10 ^c
10	4	45.39 ± 20.67 ^{bc}	9.02 ± 1.11 ^b	17.97 ± 4.27 ^{bc}	19.99 ± 5.43 ^{bc}	63.41 ± 26.34 ^c
15	4	44.54 ± 15.59 ^{cd}	8.09 ± 3.56 ^c	17.84 ± 2.81 ^{bc}	19.71 ± 3.53 ^{bc}	65.76 ± 25.28 ^b
20	4	40.87 ± 11.84 ^d	6.85 ± 6.52 ^d	16.86 ± 4.55 ^c	18.24 ± 4.39 ^c	66.88 ± 24.43 ^b

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

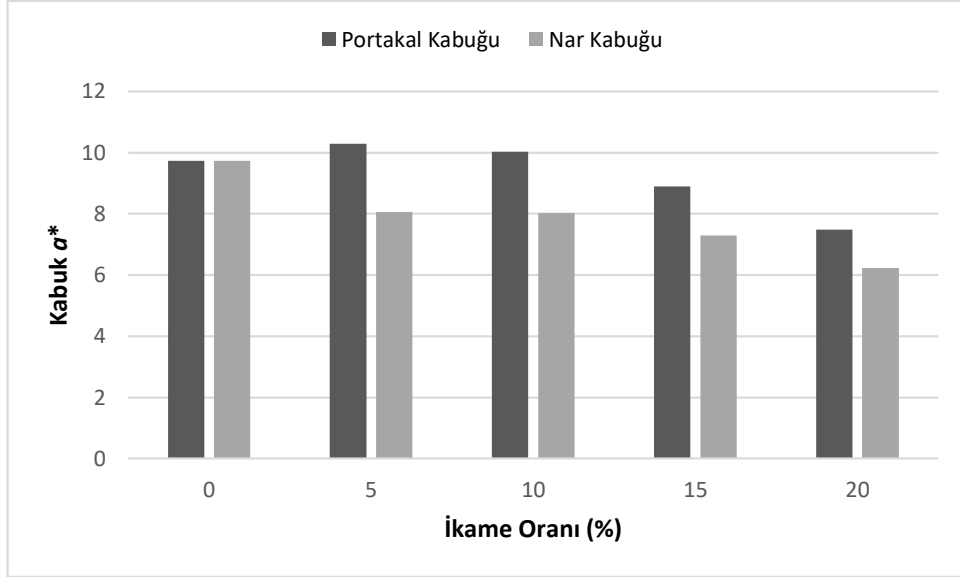
Ocen ve Xu (2013) tarafından yapılan bir çalışmada çeşitli narenciye yan ürünleri ekmeğe farklı oranlarda ilave edilmiştir. %5 oranına kadar yan ürün ilavesinin kabuğun L^* değeri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir ($p>0,05$). Ancak %5 yan ürün ilavesi yapılan örnekte L^* değerinin düştüğü gözlenmiştir. Yapılan pek çok çalışmada üzüm posası tozu ilave edilen kek, kurabiye, bisküvi ve ekmek kabuğu örneklerinin L^* değerlerinde kontrol grubuna göre azalma olduğu bildirilmiştir (Acun ve Gül, 2014; Hayta ve ark., 2014; Pasqualone ve ark., 2014; Bender ve ark., 2016; Nakov ve ark., 2020).

Noğay (2014) tarafından gerçekleştirilen, farklı ikame oranlarıyla (% 0, 10, 20 ve 30) kek üretimine dahil edilen nar çekirdeği tozunun kek kabuk L^* , a^* ve b^* değerlerinin üzerindeki etkisinin ikame oranının artmasıyla azalması olduğunu belirtmiştir. Park ve ark. (2008) tarafından yapılan başka bir araştırmada ise, mandalina tozunun kek formülasyonuna farklı oranlarda (% 0, 5, 10, 15 ve 20) ilave edilmesiyle kek örneklerinin L^* değerlerinin azaldığı ancak a^* ve b^* değerlerinde bir değişim gözlenmediği belirlenmiştir. Topkaya (2017) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise, % 5, 10 ve 15 oranlarında nar kabuğu tozu ile ikame edilen keklerin dış kabuk L^* , a^* ve b^* değerlerinin kontrol gruplarına göre düştüğü tespit edilmiştir.

Kek örneklerine ait kabuk a^* değerleri 6.22 ile 10.28 arasında değişiklik göstermiştir, ortalama 8.57 olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre atık ürün (A), ikame oranı ve '*atık ürün (A) x ikame oranı (B)*' interaksiyonlarının istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde etkilendiği belirlenmiştir (Çizelge 4.22).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre portakal kabuğu tozu ilaveli keklerin nar kabuğu tozu ilave edilen kek örneklerine göre daha yüksek a^* değeri verdiği görülmüştür. İkame oranı arttıkça a^* değerinin 9.72 değerinden 6.85 değerine kadar düştüğü gözlemlenmiştir ($p<0.05$). %5 ikame oranına kadar kontrol kek örneği ile benzer değerler verdiği belirlenmiştir.

Portakal kabuğu tozu ile %5 oranında ikame edilen kek örneklerinde en yüksek a^* değeri gözlemlenirken, oran arttıkça düşüş gözlemlenmiştir. Nar kabuğu tozu ile ikame edilen keklerde ise %5 ila %10 oranında ikame edilen örneklerde benzer değerler görülürken %10 ikame oranından sonra düşüş tespit edilmiştir (Şekil 4.12).

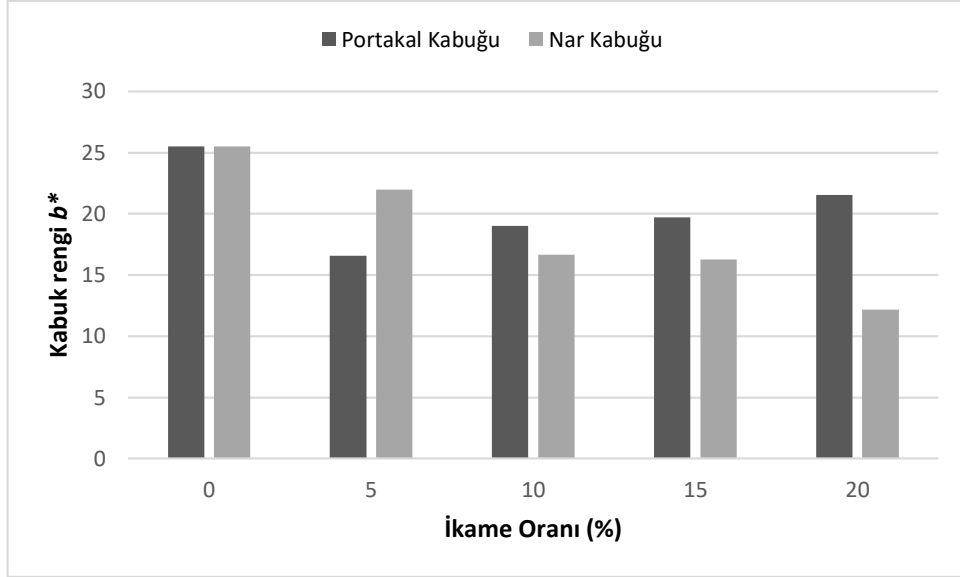


Şekil 4.12. Kek örneklerinin kabuk a^* değerleri üzerinde etkili 'atık ürün x ikame oranı' interaksiyonu

Kurhade ve ark. (2016), buğday ununa % 0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında muz kabuğu tozu ilave edilerek ürettikleri kek hamurlarında en yüksek a^* değerinin kontrol (%0) grubunda görüldüğünü, katılan ürün oranı arttıkça a^* değerinin azaldığını rapor etmişlerdir. Ayrıca Ocen ve Xu (2016), narenciye yan ürünlerinin ekmeğe %3'ten daha fazla eklenmesinin ekmek kabuğunun a^* değerinin artışına neden olduğunu belirtmişlerdir.

Kek örneklerine ait kabuk b^* değerleri 12.16 ile 25.51 arasında değişiklik göstermiştir, ortalama 19.49 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.21). Varyans analizi sonuçlarına göre atık ürün (A), ikame oranı (B) ve 'atık ürün (A) x ikame oranı (B)' interaksiyonlarının istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde etkilediği belirlenmiştir (Çizelge 4.22).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre portakal kabuğu tozu ilaveli keklerin nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerine kıyasla daha yüksek b^* değeri verdiği görülmüştür. İkame oranı arttıkça b^* değerinin düştüğü belirlenmiş, en düşük sarılık değerleri %20 atık ürün ilaveli kek örneklerinde gözlemlenmiştir ($p < 0.05$) (Çizelge 4.23).



Şekil 4.13. Kek örneklerinin kabuk b^* değerleri üzerinde etkili ‘atık ürün x ikame oranı’ interaksyonu

Portakal kabuğu tozu ile %5 oranında ikame edilen kek örneklerinde kontrol keklere göre bir düşüş gözlemlenirken, ikame oranı arttıkça değerlerde artış gözlemlenmiş, fakat kontrol örneği yakalayamamıştır. Nar kabuğu tozu ile ikame edilen örneklerde ise ikame oranı arttıkça sürekli bir düşüş gözlemlenmiştir. En yüksek değeri ise kontrol grubu örnekler vermiştir (Şekil 4.13).

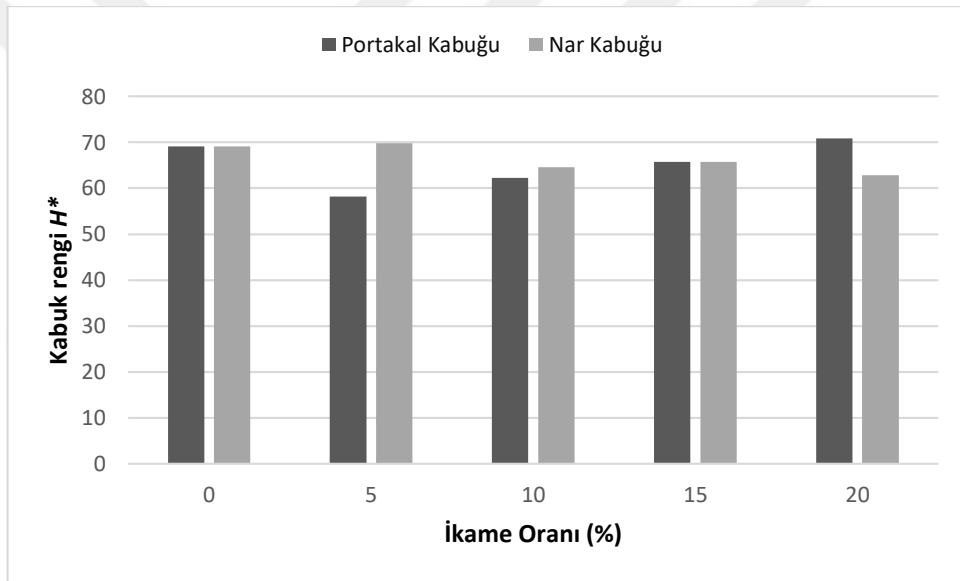
Adegunwa ve ark. (2019), buğday ununa karpuz kabuğu ilave edilerek ürettikleri keklerde, eklenen karpuz kabuğu oranı arttıkça keklerin b^* değerinin düştüğünü bildirmiştir. Benzer şekilde, Naknahan ve ark. (2016), karpuz kabuğu tozu katılarak üretilen kurabiyelerde b^* değerinde azalma ($p<0.05$) gözlemlemiştir.

Kurhade ve ark. (2016), muz kabuğu tozundaki rengin sarıdan kahverengiye değişmesinin, fenolik bileşiklerin ve ksantofillerin varlığına bağlanabileceğini önermektedir. Benzer şekilde, Bender ve ark. (2017), buğday ununa üzüm posası tozu ilavesinin kurabiye, kek ve ekmek kabuklarının b^* değerini düşürdüğünü bildirmiştir. Ek olarak, Aljahani ve ark. (2022), sarı balkabağı ununun buğday ununa katılmasının ekmek kabuklarının b^* değerini önemli ölçüde ($p<0.05$) azalttığını bildirmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre SI değerinin atık ürün (A), ikame oranı (B) ve ‘atık ürün (A) x ikame oranı (B)’ interaksiyonlarının istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde etkilendiği belirlenmiştir. Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; en yüksek SI değeri portakal kabuğu ilaveli örneklerde görülmüştür. Atık ürün ikame oranı arttıkça SI değerlerinin azalış gösterdiği, en düşük SI değeri %20 atık ürün ilaveli keklerde tespit edilmiştir.

Kek örneklerine ait kabuk H^* değerleri 58.16 ile 70.88 arasında değişiklik göstermiştir, ortalama 65.84 olarak bulunmuştur. H^* değerleri açısından varyans analizi sonuçları incelendiğinde atık ürün (A) interaksyonu $p<0.05$ düzeyinde etkilerken, ikame oranı (B) ve 'atık ürün (A) x ikame oranı (B)' interaksyonlarının istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde etkilediği belirlenmiştir (Çizelge 4.22).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek ton açısı değeri nar kabuğu ilaveli örneklerde görülmüştür. En yüksek H^* değeri kontrol grubu keklerde tespit edilmiştir. İkame oranının artmasıyla kek kabuğu H^* değerinin de kontrol örneğe göre azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.14. Kek örneklerinin kabuk H^* değerleri üzerinde etkili 'atık ürün x ikame oranı' interaksyonu

Portakal kabuğu tozu ile %5 oranında ikame edilen kek örneklerinde kontrol bisküvilere göre bir düşüş gözlemlenirken, ikame oranı arttıkça değerlerde artış gözlemlenmiştir. Nar kabuğu tozu ile ikame edilen örneklerde ise %5 oranına kadar kontrol örneği ile benzer değerler göstermiş, ikame oranı arttıkça düşüş gözlemlenmiştir. % 10 ve 15 oranında ikame edilen kekler benzer sonuçlar vermiştir (Şekil 4.14).

Kek örneklerinin iç rengine ait L^* değerleri 47.05 ile 74.86 arasında değişmiştir. En yüksek parlaklık değeri kontrol keklerde görülürken en düşük parlaklık değeri %20 oranında nar kabuğu tozu ikameli keklerde görülmüştür (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerine ait iç renk değerleri¹

Atık Ürün	İkame Oranı (%)	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>SI</i> (chroma)	Hue angle
Portakal Kabuğu Tozu	0	74.86 ± 0.19	-5.09 ± 0.28	28.56 ± 0.58	29.01 ± 0.52	100.11 ± 0.75
	5	69.42 ± 2.40	-5.06 ± 0.45	35.48 ± 0.47	35.84 ± 0.53	98.11 ± 0.60
	10	70.31 ± 0.49	-4.57 ± 0.08	37.24 ± 0.69	37.51 ± 0.69	96.99 ± 0.01
	15	68.68 ± 0.84	-3.64 ± 0.18	41.67 ± 0.27	41.82 ± 0.25	94.99 ± 0.27
	20	66.99 ± 0.18	-1.44 ± 0.41	42.16 ± 0.09	42.18 ± 0.08	91.96 ± 0.56
	0	74.86 ± 0.19	-5.09 ± 0.28	28.56 ± 0.58	29.01 ± 0.52	100.11 ± 0.75
Nar Kabuğu Tozu	5	52.46 ± 1.65	2.95 ± 0.12	22.59 ± 0.25	22.78 ± 0.27	82.57 ± 0.22
	10	49.15 ± 2.16	2.54 ± 0.63	22.00 ± 0.57	22.15 ± 0.64	83.45 ± 1.45
	15	48.49 ± 0.45	2.46 ± 0.52	21.50 ± 0.11	21.64 ± 0.16	83.49 ± 1.33
	20	47.05 ± 1.12	2.30 ± 0.41	21.03 ± 0.33	21.15 ± 0.37	83.77 ± 1.01
	0	74.86 ± 0.19	-5.09 ± 0.28	28.56 ± 0.58	29.01 ± 0.52	100.11 ± 0.75
	5	52.46 ± 1.65	2.95 ± 0.12	22.59 ± 0.25	22.78 ± 0.27	82.57 ± 0.22
Minimum-maksimum		47.05 – 74.86	-5.09 – 2.95	21.03 – 42.16	21.15 – 42.18	82.57 – 100.11
Ortalama ± std		62.22 ± 11.48	-1.46 ± 3.63	30.08 ± 8.45	30.31 ± 8.44	91.55 ± 7.48

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.*L**:parlaklık, *a**:kırmızı-yeşil renk değeri, *b**:sarı-mavi renk değeri, *SI*:doygunluk indeksi ve Hue angle: Renk tonu açısı değeri

Çizelge 4.25. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerinin iç renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	<i>L*</i>		<i>a*</i>		<i>b*</i>		<i>SI</i>		Hue angle	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Atık Ürün (A)	1	1224.77	730.81**	124.35	1078.88**	963.83	4455.7**	969.75	4347.79**	475.65	957.54**
İkame Oranı (B)	4	831.24	831.24**	71.46	155.00**	32.63	37.71**	27.13	30.40**	381.94	192.22**
AxB	4	316.06	47.14**	41.21	89.39**	287.66	332.45**	286.44	321.06**	148.43	74.70**
Hata	9	15.08		1.04		1.95		2.00		4.47	

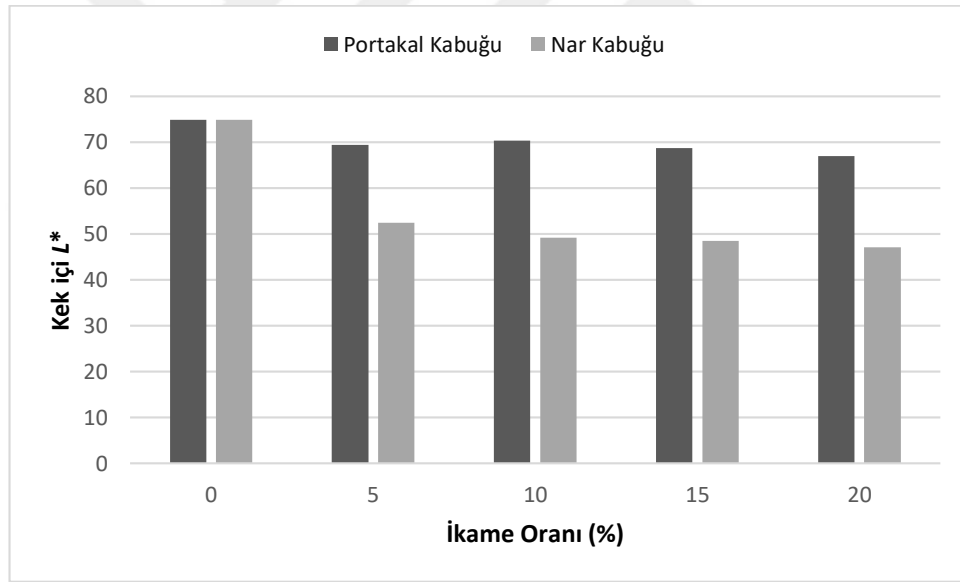
¹**p<0.01 düzeyinde önemli, *p<0.05 düzeyinde önemli, ns:önemsiz

Çizelge 4.26. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerinin iç renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	<i>SI</i>	Hue angle
Atık Ürün						
Portakal Kabuğu Tozu	10	70.04 ± 22.42 ^a	-3.95 ± 1.72 ^b	37.02 ± 12.52 ^a	37.27 ± 12.55 ^a	96.43 ± 30.76 ^a
Nar Kabuğu Tozu	10	54.40 ± 20.45 ^b	1.02 ± 3.24 ^a	23.14 ± 7.91 ^b	23.34 ± 8.02 ^b	86.67 ± 28.39 ^b
İkame Oranı (%)						
0	4	74.85 ± 37.45 ^a	-5.09 ± 2.52 ^c	28.56 ± 14.35 ^b	29.01 ± 14.57 ^b	100.11 ± 49.97 ^a
5	4	60.93 ± 30.53 ^b	-1.05 ± 5.27 ^b	29.03 ± 14.44 ^b	29.30 ± 14.61 ^b	90.34 ± 44.59 ^b
10	4	59.73 ± 28.46 ^{bc}	-1.01 ± 6.99 ^b	29.62 ± 13.61 ^b	29.83 ± 13.29 ^b	90.21 ± 41.64 ^b
15	4	58.58 ± 25.34 ^{bc}	-0.59 ± 8.79 ^b	31.58 ± 13.77 ^a	31.73 ± 13.81 ^a	89.23 ± 38.37 ^{bc}
20	4	57.01 ± 22.22 ^c	0.43 ± 10.23 ^a	31.59 ± 12.44 ^a	31.66 ± 12.41 ^a	87.86 ± 34.75 ^c

¹Farklı harfle işaretlenmiş, aynısütündeki ortalamalar istatistiki olarak farklıdır (p<0.05)

Varyans analiz sonuçlarına bakıldığında ise atık ürün (A), ikame oranı (B) ve ‘atık ürün (A) x ikame oranı (B)’ interaksiyonlarının L^* değerini istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde etkilediği gözlemlenmiştir (Çizelge 4.25). İlave edilen atık ürünler açısından incelendiğinde kek içlerinde en yüksek parlaklık değeri portakal kabuğu ilaveli keklerde gözlemlenmiştir. İlave edilen ikame atık ürün oranı arttıkça parlaklık değerinin düştüğü belirlenmiştir ($p<0.05$) (Çizelge 4.26). Fırın ürünlerin iç renk değerleri fermantasyon ve pişirme sırasında meydana gelen reaksiyonlardan daha çok kullanılan hammaddelerin renk değerlerinden etkilenmektedir. Turğay (2023), tarafından yapılan bir çalışmada glütensiz kek unundan yapılan örneklerin kabuk ve iç değerleri incelenmiş, kontrol grubu örneklerle göre meyve tozu ilaveli örneklerde kabuk rengi L^* ve b^* değerinde azalma gözlenirken, kabuk a^* değerlerinde arttığı tespit edilmiştir. Keklerin iç değerleri incelendiğinde ise; L^* ve b^* değerlerinde düşüş, a^* değerlerinde artış rapor edilmiştir.



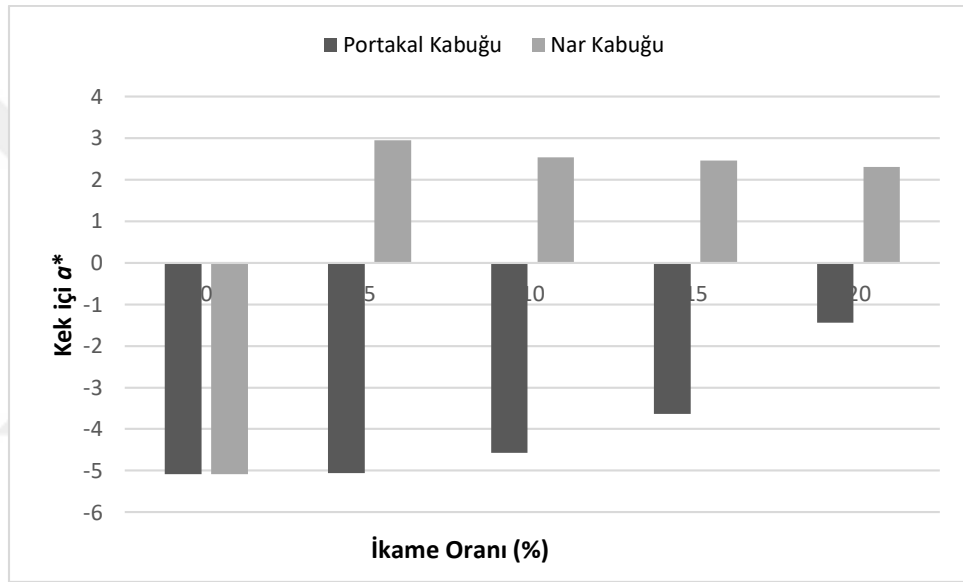
Şekil 4.15. Kek örneklerinin iç renk L^* değerleri üzerinde etkili ‘atık ürün x ikame oranı’ interaksiyonu

En yüksek, L^* değeri kontrol grubu kek örneklerinde gözlemlenirken, portakal kabuğu tozu ile ve nar kabuğu tozu ikame edilen kek örneklerinde kontrol gruba göre ikame oranı arttıkça düşüş gözlemlenmiştir (Şekil 4.15).

Kek örneklerinin iç renk a^* değeri -5.09 ile 2.95 arasında değişmiştir. En yüksek kırmızılık değerini %5 nar kabuğu tozu ilaveli kek örneği verirken en düşük kırmızılık değeri kontrol keklerde gözlemlenmiştir.

Kek örneklerinin iç renk a^* değeri üzerinde atık ürün (A), ikame oranı (B) faktörleri ile ‘atık ürün(A) x ikame oranı (B)’ önemli ($p<0.01$) derecede etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.25).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre kek içi renklerinde nar kabuğu ypzü katkılı keklerin portakal kabuğu tozu ilaveli kek örneklerine kıyasla daha yüksek a^* değeri gösterdiği tespit edilmiştir. İlave edilen ikame ürün oranı arttıkça kek içinde kırmızılığın da arttığı belirlenmiş, % 5, 10 ve 15 oranında yapılan atık ürün ikamelerinde kek örneklerinin iç renk kırmızılık değerlerinin istatistiki olarak bnzer olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.26).



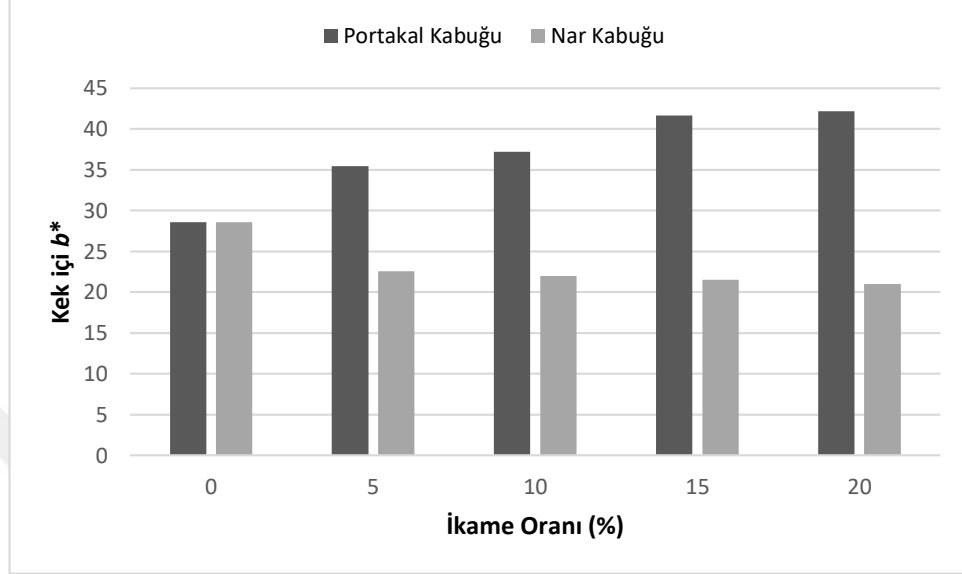
Şekil 4.16. Kek örneklerinin iç a^* değerleri üzerinde etkili ‘atık ürün x ikame oranı’ interaksyonu

En düşük, a^* değeri kontrol grubu kek örneklerinde gözlemlenirken, portakal kabuğu tozu ile ikame edilen kek örneklerinde ikame oranı arttıkça bir artış gözlemlenmiştir. Nar kabuğu tozu ikame edilen kek örneklerinde ise % 5 oranında ikame edilen kekler en yüksek a^* değerini verirken %5 ikame oranından sonra benzer değerler gözlemlenmiştir. (Şekil 4.16).

Kek örneklerinin iç renklerine ait b^* değerleri 21.03 ile 42.16 arasında değişiklik göstermekte olup, ortalama 30.08 olarak bulunmuştur. Kek örneklerinin kek içi b^* değeri üzerinde atık ürün (A), ikame oranı (B) faktörleri ile ‘atık ürün(A) x ikame oranı (B)’ önemli ($p<0.01$) derecede etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.25).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre en yüksek sarılık değeri (37.02) portakal kabuğu tozu ilaveli keklerde olduğu görülmüştür. Ayrıca keklere ilave edilen

ikame atık ürün oranı % 15 oranından sonra artış göstermiş, % 5 ve 10 oranında atık ürün ilave edilen kek örneklerinin sarılık değerlerinin kontrol kek örneği ile istatistiki olarak benzer olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$) (Çizelge 4.26).



Şekil 4.17. Kek örneklerinin iç b^* değerleri üzerinde etkili 'atık ürün x ikame oranı' interaksyonu

Portakal kabuğu tozu ile ikame edilen kek örneklerinde ikame oranı arttıkça bir artış gözlemlenmiştir. Nar kabuğu tozu ikame edilen kek örneklerinde ise ikame oranı arttıkça bir düşüş gözlemlenmiştir (Şekil 4.17).

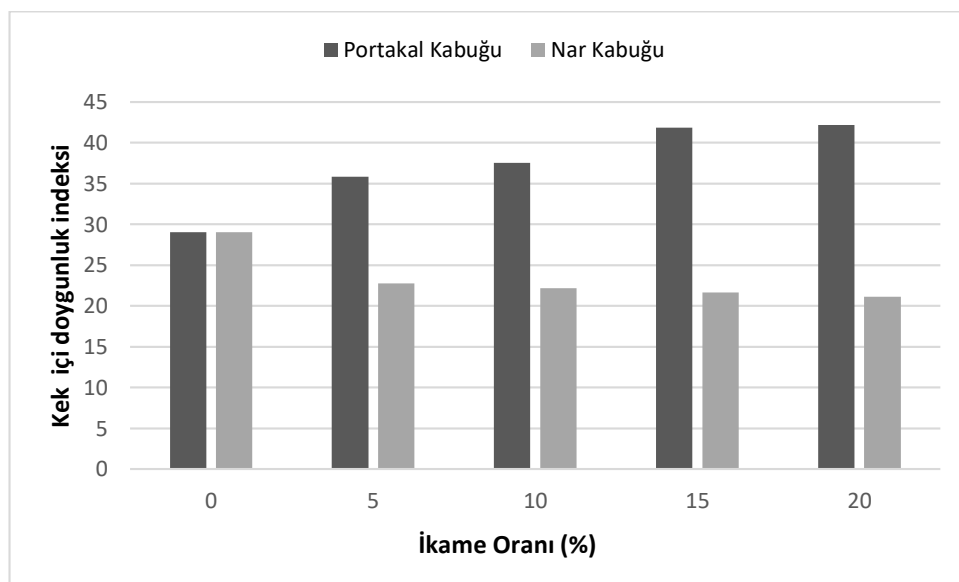
Ocen ve Xu (2016), ekmek formülasyonuna en az %5 oranında portakal yan ürünü eklenmesinin ekmeğin b^* değerini artırdığını bildirmiştir. Angioloni ve Collar (2009) tarafından öğütme yan ürünleri de dahil olmak üzere ticari tam buğday ve rafine buğday unu ile hazırlanan tava ekmeklerinin özelliklerini araştıran bir çalışmada, öğütme yan ürünleri eklenmiş tam buğday unu ile hazırlanan ekmeklerin ekmek iç renklerinde rafine buğday unu ile hazırlananlara kıyasla daha yüksek b^* değerleri elde edildiği rapor edilmiştir. Sarı balkabağı unu ilavesi ile tava ve pita ekmeklerinin iç rengine ilişkin b^* değerlerinin incelendiği bir diğer çalışmada balkabağı ununun b^* değerinin tava ekmeklerinde azaldığı, pita ekmeklerinde ise arttığı bildirilmiştir (Aljahani ve ark., 2022).

Çeşitli miktarlarda (% 0.5, 1.0, 1.5) nar kabuğu ekstraktı ilave edilen keklerin renk değerlerinin incelendiği bir çalışmada, ikame oranı arttıkça kek kabuğunun genel renk değerlerinin azaldığı bildirilmiştir. Ayrıca kek içi L^* ve b^* değerlerinin düştüğü, a^* değerinin ise arttığı gözlemlenmiştir. Nar kabuğu ilavesi kek renginin koyulaşmasına

neden olduğu gözlemlenmiştir. Nar kabuklarındaki birincil pigmentlerin, kekin rengi üzerinde etkisi olan antosiyaninler olduğu kaydedilmiştir (Mirab ve ark., 2020). Olcay (2019) adlı araştırmacının yapmış olduğu, kamkat tozunun kek formülasyonuna ilave edilmesinin kek örneklerinin iç kısımlarının parlaklığının düştüğünü, kırmızılık ve sarılığının arttığını belirtmiştir. Topkaya (2017) tarafından yapılan bir başka araştırmada, % 5, 10 ve 15 oranlarında nar kabuğu tozu ile ikame edilen keklerin iç rengindeki L^* ve b^* değerlerinin düştüğü, ancak a^* değerlerinin arttığı görülmüştür. Noğay (2014) tarafından yapılan bir araştırmada kek üretimine farklı ikame oranlarında (%0, 10, 20 ve 30) katılan nar çekirdeği tozunun iç yüzeylerindeki L^* değerlerinin sırasıyla 57.45, 47.12, 41.64 ve 37.80 olarak ölçüldüğü belirtilmiştir. İkame oranının artmasıyla birlikte L^* değerinde azalış ortaya çıkmıştır. a^* değerleri sırasıyla 2.56, 4.39, 5.25 ve 5.72 olarak hesaplanmıştır. Aynı şekilde, değişimlerin artmasıyla a^* değerlerinin de arttığı ve b^* değerlerinin ise düştüğü gözlenmiştir.

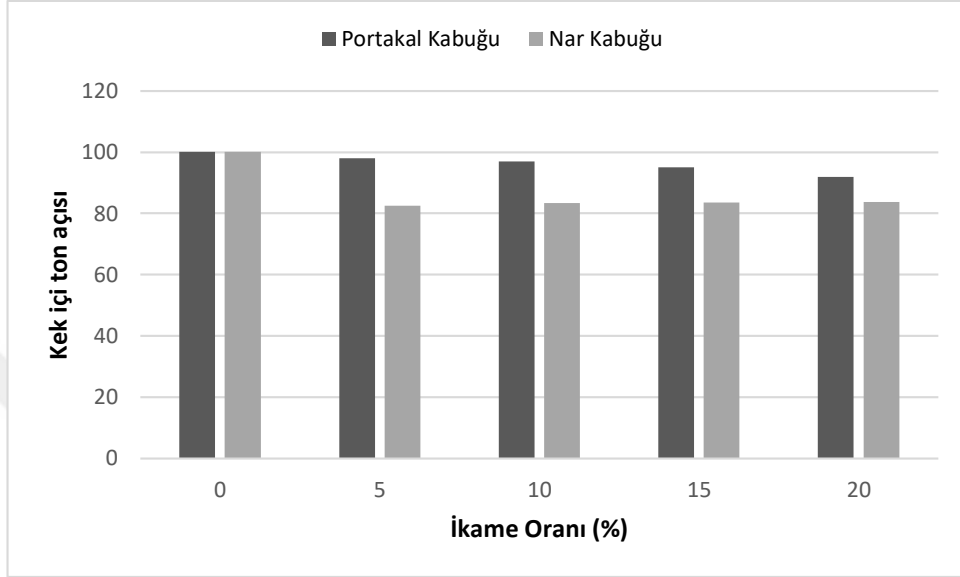
Kek örneklerinin iç renk SI ve H^* değerleri ortalama olarak sırasıyla 30.31 ve 91.55 olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin SI ve H^* değeri üzerinde atık ürün (A) ve ikame oranı (B) faktörleri ile '*atık ürün x ikame oranı*' interaksiyonlarının $p < 0.01$ düzeyinde önemli derecede etkili olduğu bulunmuştur.

Karşılaştırma testi sonuçlarına göre en yüksek SI ve H^* değeri portakal atık ürünü ilaveli keklerde görülmüştür. İlave edilen atık ürün oranı arttıkça SI değerinin arttığı, Hue angle değerinin ise azaldığı görülmüştür ($p < 0.05$) (Çizelge 4.26).



Şekil 4.18. Kek örneklerinin iç doygunluk indeksi değerleri üzerinde etkili '*atık ürün x ikame oranı*' interaksiyonu

Portakal kabuğu tozu ikame edilen kek örneklerinde ikame oranı arttıkça doygunluk indeksi değerlerinde bir artış gözlemlenmiştir. Nar kabuğu tozu ikame edilen kek örneklerinde ise ikame oranı arttıkça doygunluk indeksi değerlerinde bir düşüş gözlemlenmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.19. Kek örneklerinin iç ton açısı değerleri üzerinde etkili 'atık ürün x ikame oranı' interaksyonu

Portakal kabuğu tozu ve nar kabuğu tozu ile ikame edilen kek örneklerinde ikame oranı arttıkça ton açısı değerlerinde bir azalış gözlemlenmiştir. En yüksek ton açısı değeri kontrol grubu kek örneklerinde gözlemlenmiştir (Şekil 4.19).

Çevik (2023) tarafından yapılan çalışmada, beş farklı gıda endüstrisi yan ürünleri (elma, karpuz, portakal, üzüm, muz) farklı oranlarda (% 0, 5, 10) ekmek formülasyonuna ikame edilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda ekmek örneklerinin iç rengine ait ton açısı değerlerinde ikame oranı arttıkça artış gösterdiği, doygunluk indeksi değerlerinde ise ikame oranı arttıkça azaldığı rapor edilmiştir.

4.4.1.5. Hacim, simetri ve tekdüzelik indeksi

Portakal kabuğu tozu ve nar kabuğu tozu farklı ikame oranları ilave edilerek elde edilen keklerin hacim, simetri indeksi ve tekdüzelik indeksi değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.27'de, ise bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.28'de ve bu sonuçlara ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Portakal kabuğu tozu ve nar kabuğu tozu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde hacim indeksi, simetri indeksi ve tekdüzelik indeksi değerleri sırasıyla

100.00 - 162.00 mm ; 8.50 - 25.00 mm ve 1.00 - 9.50 mm arasında değişiklik göstermiştir.

Çizelge 4.28'deki varyans analiz sonuçlarına göre; kekler hacim indeksi ve tekdüzelik değerleri bakımından değerlendirildiğinde atık ürün (A), ikame oranı (B) ve '*atık ürün (A) x ikame oranı (B)*' interaksiyonunun etkileri istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Ancak simetri indeksi için atık ürün (A) interaksiyonu önemsiz bulunurken, ikame oranı (B) interaksiyonu $p<0.05$ düzeyinde ve '*atık ürün (A) x ikame oranı (B)*' interaksiyonunun etkileri istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.29'da özetlenmiştir. Kek örnekleri farklı atık çeşidi açısından değerlendirildiğinde portakal kabuğu tozu kullanarak hazırlanan keklerin hacim indekslerinin, nar kabuğu tozu kullanarak hazırlanan keklerin hacim indekslerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kek üretiminde kullanılan atık ürün oranının artması keklerde hacim indeks değerlerini düşürmüştür.

Nar kabuğu tozunun kek örneklerine ikame edilmesiyle yapılan araştırmada, ikame oranının artmasıyla birlikte hacim indeksi değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir (Topkaya, 2017). Nar çekirdeği tozları çeşitli kurutma yöntemleriyle elde edildikten sonra kek formülasyonlarına farklı oranlarda eklenmiş ve bu örneklerin hacim indeksi değerleri sırasıyla 11.70, 11.75, 11.90 ve 11.80 mm olarak bulunduğu rapor edilmiştir (Noğay, 2014). Koyuncu (2021) tarafından yapılan çalışmada, farklı kurutma çeşitleriyle elde edilen hünnap meyve tozu kek formülasyonuna ikame edilmiş ve bu meyve tozu ikame oranı arttıkça hacim indeks değerlerinin düştüğü belirtilmiştir.

Hacim indeksi keklerin hacmi hakkında bilgi sağlamakta olup gerçek hacimlerini belirtmemektedir. Formülasyon içindeki yumurta ve şekerin çırpılması havanın karışımına neden olur, bu nedenle pişirme sırasında unun yapısı nedeniyle kabarma meydana gelmektedir. Ancak meyve kabuğu tozunun un yerine ikame edilmesiyle, hava kabarcıklarını destekleyen yapıyı zayıflatır ve bu da hacim indeksi değerlerini azaltmaktadır (Topkaya, 2017).

Çizelge 4.27. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerine ait fiziksel ve tekstürel analiz değerleri¹

Atık Ürün	İkame Oranı (%)	Hacim indeksi (mm)	Simetri indeksi (mm)	Tekdüzelik (mm)	Sertlik (g)	Esneklik (%)
Portakal Kabuğu Tozu	0	162.00 ± 1.41	25.00 ± 1.41	9.50 ± 0.70	480.48 ± 19.35	40.93 ± 0.09
	5	148.00 ± 1.41	14.50 ± 0.70	6.00 ± 1.41	696.64 ± 8.08	48.60 ± 0.38
	10	129.50 ± 0.70	13.50 ± 0.70	4.50 ± 0.70	832.99 ± 25.46	43.89 ± 0.95
	15	128.50 ± 0.70	11.50 ± 0.70	2.50 ± 0.70	946.90 ± 1.68	43.19 ± 0.28
	20	125.00 ± 1.41	8.50 ± 0.70	1.50 ± 0.70	1146.05 ± 1.24	42.22 ± 2.29
Nar Kabuğu Tozu	0	162.00 ± 1.41	25.00 ± 1.41	9.50 ± 0.70	480.48 ± 19.35	40.93 ± 0.09
	5	123.50 ± 1.41	16.00 ± 1.41	6.00 ± 1.41	864.09 ± 12.34	42.21 ± 0.12
	10	118.00 ± 1.41	12.50 ± 0.70	4.50 ± 0.70	1076.39 ± 129.98	40.86 ± 0.78
	15	104.50 ± 1.41	10.00 ± 0.70	3.00 ± 0.70	1415.96 ± 88.64	37.42 ± 0.09
	20	100.50 ± 0.70	9.50 ± 0.70	1.50 ± 0.70	1747.67 ± 187.25	34.75 ± 0.33
Minimum-maksimum		100.00 – 162.00	8.50 – 25.00	1.00 – 9.50	480.48 – 1747.67	34.75 – 48.60
Ortalama ± std		131.05 ± 20.24	14.95 ± 5.93	5.01 ± 2.92	968.77 ± 398.67	41.50 ± 3.69

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.Çizelge 4.28. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerinin fiziksel ve tekstürel analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

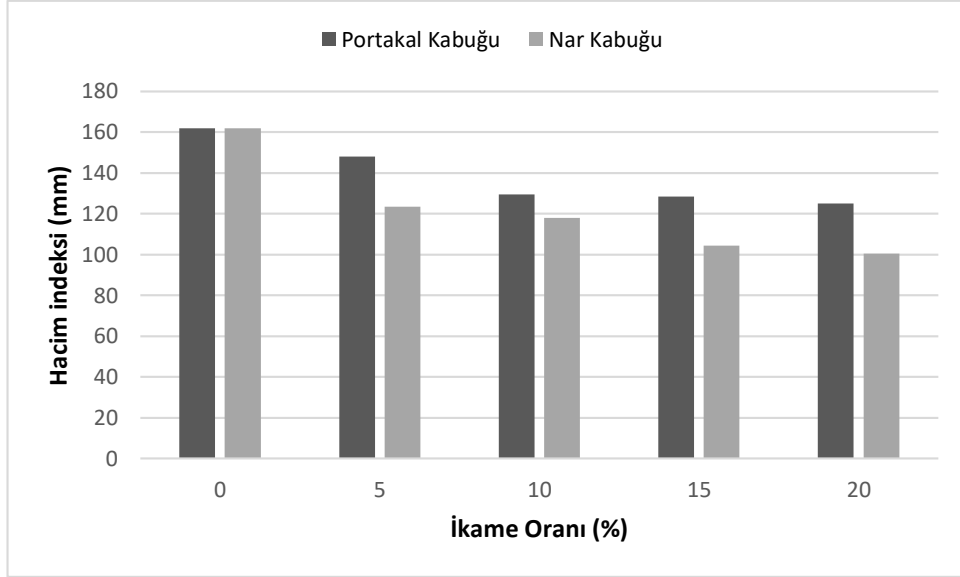
VK	SD	Hacim		Simetri		Tekdüzelik		Sertlik		Esneklik	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Atık Ürün (A)	1	1140.00	9771.857**	2.45	4.04 ^{ns}	1.80	20.25**	438989.20	106.50**	102.50	146.32**
İkame Oranı (B)	4	6261.70	13417.93**	636.20	262.65**	148.80	418.50**	2191660.20	132.93**	107.37	38.28**
AxB	4	373.70	800.78**	20.80	8.58*	3.20	9.00**	230259.50	13.96**	36.38	12.97**
Hata	9	1.05		5.45		0.80		37095.10		6.31	

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

Çizelge 4.29. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerinin fiziksel ve tekstürel analiz değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Hacim İndeksi (mm)	Simetri İndeksi (mm)	Tekdüzelik İndeksi (mm)	Sertlik (g)	Esneklik (%)
Atık Ürün						
Portakal Kabuğu Tozu	10	138.60 ± 14.97 ^a	14.60 ± 5.92 ^a	4.80 ± 3.04 ^b	820.61 ± 334.58 ^b	43.76 ± 13.48 ^a
Nar Kabuğu Tozu	10	123.50 ± 22.68 ^b	15.30 ± 6.23 ^a	5.40 ± 2.91 ^a	1116.92 ± 557.69 ^a	39.23 ± 12.15 ^b
İkame Oranı (%)						
0	4	162.00 ± 1.15 ^a	25.00 ± 1.15 ^a	9.50 ± 0.57 ^a	480.48 ± 238.30 ^e	40.93 ± 20.46 ^{bc}
5	4	138.50 ± 11.03 ^b	16.75 ± 2.75 ^b	6.50 ± 1.29 ^b	780.36 ± 379.75 ^d	45.40 ± 20.96 ^a
10	4	123.75 ± 6.70 ^c	13.00 ± 0.81 ^c	4.50 ± 0.57 ^c	954.69 ± 442.79 ^c	42.38 ± 16.58 ^b
15	4	118.25 ± 11.87 ^d	11.00 ± 0.81 ^d	3.50 ± 1.29 ^d	1181.43 ± 567.02 ^b	40.30 ± 13.40 ^{cd}
20	4	112.75 ± 14.17 ^e	9.00 ± 0.81 ^e	1.50 ± 0.57 ^e	1446.86 ± 678.30 ^a	38.49 ± 10.56 ^d

¹Farklı harfle işaretlenmiş, aynısıütündeki ortalamalar istatistiki olarak farklıdır (p<0.05).



Şekil 4.20. Kek örneklerinin hacim indeksi değerleri üzerinde etkili ' atık ürün x ikame oranı' interaksyonu

Portakal kabuğu tozu ve nar kabuğu tozu ile ikame edilen kek örneklerinde ikame oranı arttıkça hacim indeksi değerlerinde bir azalış gözlemlenmiştir. En yüksek hacim indeksi değeri kontrol grubu kek örneklerinde gözlemlenmiştir (Şekil 4.20).

Kek endüstrisinde, dış yüzeylerinin profillerini belirlemek için simetri indeksi kullanılır. Sonuçlar simetri indeksi bakımından değerlendirildiğinde ise, nar kabuğu tozu kullanarak hazırlanan keklerin simetri indekslerinin portakal kabuğu tozu kullanarak hazırlanan keklerin simetri indekslerinden daha yüksek olduğu, bu keklerin merkeze doğru bombeli yükseldiği görülmektedir. Kek formülasyonunda artan oranda atık ürün kullanılması simetri indeksini düşürmüştür. Simetri indeksindeki artış kekin merkeze doğru yükseldiğini ve kubbe şeklini aldığını, simetri indeksindeki düşüş ise kekin üst yüzeyinin düz olduğunu göstermektedir (Bath ve ark., 1992; Mercan, 1998).

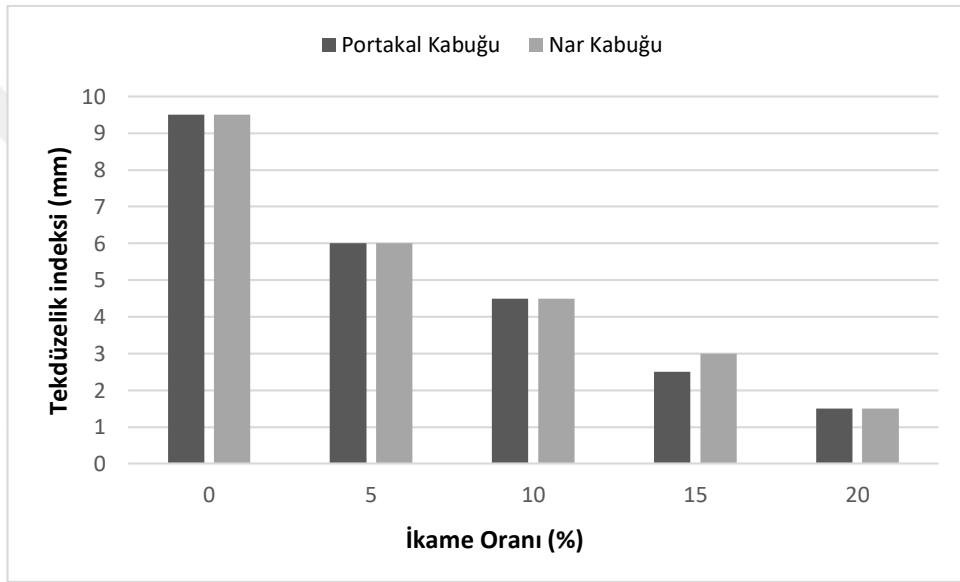
Nar çekirdeği tozunun farklı oranlarda (% 0, 10, 20 ve 30) kek formülasyonuna ilavesiyle elde edilen keklerin simetri indeks değerlerinin 1.02 mm ile 1.32 mm arasında değiştiği bildirilmiştir (Noğay, 2014).

Tekdüzelik indeksi, keklerin yanal olarak simetrisini ifade eder. Bu indeks, tam ortadan bölünen kekin orta mesafenin eşit uzaklıktaki sağa ve sol yanlarının mesafelerinin farklarını ölçerek hesaplanır. Görsel olarak düzgün bir kek elde etmek için bu farkın 0 olması arzulanır (Topkaya, 2017).

Tekdüzelik indeksi kek endüstrisinde kekin simetrisini belirlemek için kullanılan bir kriterdir. Bu değer sıfıra ne kadar yakın ise o kadar iyi sonuçlar elde edilmiş demektir. Çoklu karşılaştırma testi sonuçları tekdüzelik indeksi açısından

değerlendirildiğinde ise, portakal kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerinde nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerine göre daha düşük değerler elde edildiği, ikame oranı arttıkça tekdüzelik indeksi değerlerinin azaldığı görülmektedir. İkame oranının artması ile tek düzelik indeksinin negatif yönde etkilendiği tespit edilmiştir.

Nar çekirdeği tozunun farklı oranlarda (% 0, 10, 20 ve 30) kek reçetesine eklenmesiyle kekteki tekdüzelik indeksi değerlerinin 0.05 mm ile 0.37 mm arasında değiştiği gözlenmiştir (Noğay, 2014). Topkaya (2017) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise, % 5, 10 ve 15 oranında nar kabuğu tozu ile yapılan keklerin kontrol grubu oranı tekdüzelik indeksi değerlerinin düştüğü rapor edilmiştir.



Şekil 4.21. Kek örneklerinin tekdüzelik indeksi değerleri üzerinde etkili 'atık ürün x ikame oranı' interaksyonu

Portakal kabuğu ve nar kabuğu tozu ile ikame edilen kek örneklerinde ikame oranı arttıkça tekdüzelik indeksi değerlerinde bir azalış gözlemlenmiştir. Portakal kabuğu tozu ikameli keklerin tekdüzelik indeksi değerlerinde nar kabuğu tozu katkılı keklere göre daha çok düşüş gözlenmiştir (Şekil 4.21).

4.4.1.6. Tekstür

Farklı atık ürün ve farklı ikame oranları ilave edilerek elde edilen keklerin tekstürel özelliklerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.27'de, ise bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.28'de ve bu sonuçlara ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.29'da verilmiştir.

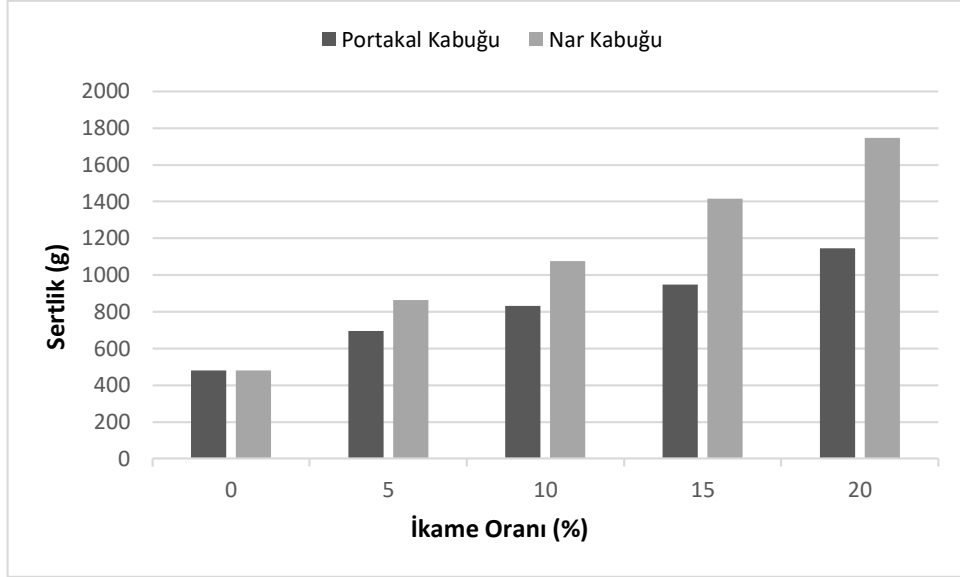
Tekstür analizinde, sertlik değeri genellikle probun ilk sıkıştırma işlemi sona erdiğinde ve probun geri çekilmeye başladığı nokta olarak tanımlanmaktadır (Nishinari ve ark., 2013). Sertlik, bir gıda maddesinin dış etkilere karşı gösterdiği dayanıklılığı ifade etmekte ve aynı zamanda katı gıdaların dişler arasında, yarı katı gıdaların ise damak ve dil arasındaki çiğneme veya sıkıştırma kuvvetlerine karşı direncini temsil etmektedir (Szczeniak, 2002).

Esneklik değeri kek örneklerinin tazeliği ve kalite özellikleri bakımından bir göstergedir. İyi çırpılarak hava kazandırılmış keklerin esneklik değerleri daha yüksektir (Grasso ve ark., 2020). İyi havalandırılmış kekler, yoğunluk olarak düşük, protein oranları ise daha yüksektir.

Kek örneklerinin sertlik değerleri 480.48 – 1747.67g arasında bulunurken esneklik değerleri % 34.75 - 48.60 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.28'deki varyans analiz sonuçlarına göre; kekler sertlik ve esneklik değerleri bakımından değerlendirildiğinde atık ürün (A), ikame oranı (B) ve '*atık ürün (A) x ikame oranı (B)*' interaksiyonunun etkileri istatistiki açıdan önemli ($p < 0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Kekler sertlik değeri açısından incelendiğinde nar kabuğu tozu ilave edilen keklerin portakal kabuğu tozu ile elde edilen kek örneklerine göre daha sert bir yapıya sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.29). İkame oranı arttıkça sertlik değeri artış göstermiş ve %20 ikame oranlı keklerde en yüksek sertlik değeri ölçülmüştür. Kontrol grubu kekler diğer kek örneklerine kıyasla istatistiki olarak en yumuşak kek yapısı göstermiştir. Bu tez çalışmasında elde edilen verilere göre en düşük yoğunluk ve yüksek protein oranına sahip olan %5 portakal kabuğu tozu ikameli kek örnekleri en esnek örnek durumundadır.

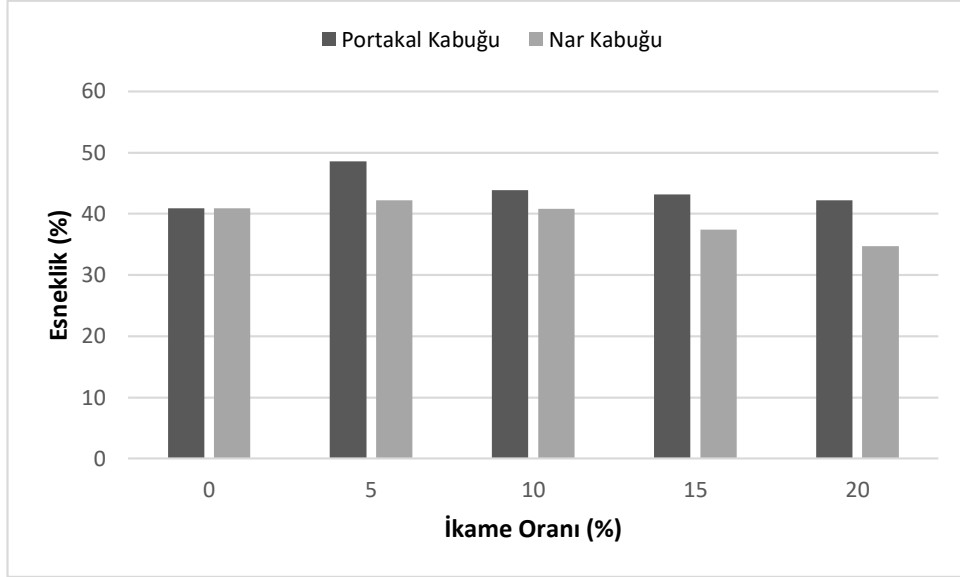


Şekil 4.22. Kek örneklerinin sertlik değerleri üzerinde etkili ‘*atık ürün x ikame oranı*’ etkileşimi

Portakal kabuğu tozu ve nar kabuğu tozu ile ikame edilen kek örneklerinde ikame oranı arttıkça sertlik değerlerinde bir artış gözlemlenmiştir. En düşük sertlik değeri kontrol grubu kek örneklerinde gözlemlenmiştir. Portakal kabuğu tozu ilaveli kekler diğer kek örneklerine kıyasla daha yumuşak tekstür göstermiştir (Şekil 4.22).

Topkaya (2017) tarafından yapılan bir araştırmada, nar kabuğu tozu ilavesi yapılan kek örneklerinin sertlik değerlerinin 1897.30 g ile 2998.38 g arasında değiştiği rapor edilmiştir. Nar kabuğu tozu içeren kekler, kontrol grubu kek örneklerine göre daha yüksek sertlik değerlerine sahiptir. Aynı zamanda nar kabuğu tozunun ikame oranının artması ile sertlik değerlerinin arttığı belirtilmiştir. Samiha (2015) tarafından yapılan başka çalışmada, tatlı patatesin (beyaz ve turuncu) kek formülasyonuna ilave edilmesi ile sertlik değerleri 2.260g ile 5.050g arasında değişkenlik gösterdiği belirtilmiştir. Benzer şekilde Park ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada da, kek formülasyonuna % 0, 5, 10, 15 ve 20 oranında ilave edilen mandalina tozunun artmasıyla sertlik değerlerinin önemli ölçüde arttığı rapor edilmiştir.

Üretilen kek örneklerinde portakal kabuğu tozunun esneklik değeri açısından yüksek değer verdiği tespit edilmiştir. %5 ikame oranında en yüksek esneklik değerleri elde edilmiş, %10 ikame oranlı kek ile kontrol grubu bisküvi istatistiki açıdan benzer değerler verse de, oran arttıkça değerlerde düşüş gözlemlenmiştir. En düşük değerler % 20 ikame oranında kaydedilmiştir (Çizelge 4.29).



Şekil 4.23. Kek örneklerinin esneklik değerleri üzerinde etkili ' atık ürün x ikame oranı' interaksyonu

Portakal kabuğu tozu ile %5 oranında ikame edilen kek örneklerinde kontrol bisküvilere göre bir artış gözlemlenirken, ikame oranı arttıkça değerlerde hafif bir azalış gözlemlenmiştir. Nar kabuğu tozu ile ikame edilen örneklerde ise % 5 ve 10 oranında ikame edilen örnekler kontrol grubu örneklerle benzer değerler gösterebilir % 15 oranında ikame edilen kekler birbirine benzer değerler vermiş bu değerlerden sonra azalış gözlemlenmiştir (Şekil 4.23).

Turğay (2023) tarafından yapılan çalışmada meyve tozu oranının artmasıyla keklerin elastikiyet değerlerinde genel olarak bir azalma görüldüğü rapor edilmiştir. Kek formülasyonuna armut posasının ikame edildiği bir çalışmada, ikame oranı arttıkça keklerin sertlik değerinin 31.06 ile 34.05 arasında artış gösterdiği ve esneklik değerlerinin ise 0.93 ile 0.91 arasında azalış gösterdiği rapor edilmiştir (Bozdoğan, 2015). Park ve ark. (2008), mandarin tozu ikame edilen keklerde sertlik değerlerini 275.90 ile 302.52 arasında, esneklik değerini ise 0.88 ile 0.85 arasında bulunduğunu rapor etmişlerdir. İkame oranı arttıkça sertlik değerinde artış, esneklik değerinde ise azalış olduğunu belirtmişlerdir. Topkaya (2017), nar kabuğu tozu ikamesinin keklerde sertlik değerlerini arttırdığını buna karşın esneklik değerleri ise azalttığını belirtmiştir. Depolama zamanına bağlı olarak gün geçtikçe sertliğin giderek arttığını esnekliğin ise gideerek azaldığını rapor etmiştir.

4.3.2. Kimyasal analizler

Kek örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.30'da, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31'de ve kimyasal analizlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.32'de verilmektedir.

4.3.2.1. Nem

Bisküvi örneklerinin nem değerleri %18.06 - 23.66 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.30).

Varyans analiz sonuçlarına göre; varyasyon kaynaklarından atık ürün (A) çeşidi faktörünün ve ikame oranının (B) kek örneklerinin nem değeri üzerinde $p < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu, 'atık ürün (A) x ikame oranı (B)' interaksiyonunun ise istatistiki olarak önemsiz bulunduğu görülmüştür (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.32'de verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; portakal kabuğu tozu ilave edilen keklerin nar kabuğu tozu ilave edilen kek örneklerine göre daha yüksek nem içeriğine sahip olduğu görülmüştür. İkame oranı arttıkça nem değerlerinde istatistiki olarak benzer değerler gözlenirse de deskriptif olarak artış gözlemlenmiştir. Son üründe görülen bu nem artışının diyet lifi oranının artması ile doğru orantılı olduğu düşünülmektedir. Diyet lifindeki artış, unlu mamullerin su emme kapasitesinin artmasına ve dolayısıyla nem içeriğinin artmasına neden olmaktadır.

Çizelge 4.30. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerine ait kimyasal analiz değerleri¹

Atık Ürün	İkame Oranı (%)	Nem (%)	aw	Kül (%)	Yağ (%)	Protein (%)
Portakal Kabuğu Tozu	0	20.89 ± 0.27	0.70 ± 0.00	1.60 ± 0.19	16.73 ± 0.69	9.88 ± 0.02
	5	21.49 ± 0.71	0.74 ± 0.00	1.65 ± 0.07	15.98 ± 1.02	9.75 ± 0.04
	10	22.85 ± 0.52	0.77 ± 0.00	1.70 ± 0.04	17.68 ± 0.59	9.58 ± 0.09
	15	23.09 ± 0.75	0.78 ± 0.01	1.79 ± 0.13	17.67 ± 0.07	9.44 ± 0.08
	20	23.66 ± 0.32	0.79 ± 0.00	1.91 ± 0.03	17.71 ± 0.06	9.20 ± 0.07
Nar Kabuğu Tozu	0	20.89 ± 0.27	0.70 ± 0.00	1.60 ± 0.19	16.73 ± 0.69	9.88 ± 0.02
	5	18.06 ± 0.04	0.77 ± 0.00	1.83 ± 0.19	17.30 ± 0.10	9.80 ± 0.09
	10	19.45 ± 1.99	0.79 ± 0.01	1.88 ± 0.11	17.74 ± 0.95	9.66 ± 0.11
	15	20.15 ± 0.88	0.80 ± 0.00	1.99 ± 0.00	17.78 ± 0.19	9.58 ± 0.08
	20	22.12 ± 1.33	0.80 ± 0.00	2.30 ± 0.03	18.37 ± 0.08	9.32 ± 0.04
Minimum-maksimum		18.06 – 23.66	0.70 – 0.80	1.60 – 2.30	15.98 – 18.37	9.20 – 9.88
Ortalama ± std		21.27 ± 1.75	0.77 ± 0.04	1.85 ± 0.21	17.37 ± 0.70	9.61 ± 0.23

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.31. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	Nem		aw		Kül		Yağ		Protein	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Atık Ürün (A)	1	25.63	28.66*	0.00	63.56**	0.18	1249.61**	1.43	1034.26 ^{ns}	0.03	13.02*
İkame Oranı (B)	4	2063	5.76*	0.02	310.82**	0.56	981.00**	242.17	43591.43*	0.94	100.81**
AxB	4	8.76	2.45 ^{ns}	0.00	8.09**	0.07	132.23**	0.84	152.58 ^{ns}	0.01	1.33 ^{ns}
Hata	9	8.05		0.00		0.11		2.94		0.02	

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

Çizelge 4.32. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerine ait kimyasal analiz değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Nem (%)	aw	Kül (%)	Yağ (%)	Protein (%)
Atık Ürün						
Portakal Kabuğu Tozu	10	22.39 ± 7.10 ^a	0.75 ± 0.24 ^b	1.73 ± 0.11 ^a	17.15 ± 5.47 ^a	9.57 ± 2.89 ^b
Nar Kabuğu Tozu	10	20.13 ± 6.53 ^b	0.77 ± 0.25 ^a	1.92 ± 0.24 ^a	17.58 ± 5.57 ^a	9.64 ± 2.91 ^a
İkame Oranı (%)						
0	4	20.89 ± 10.48 ^{ab}	0.69 ± 0.35 ^d	1.60 ± 0.01 ^e	16.72 ± 8.29 ^{ab}	9.88 ± 4.94 ^a
5	4	19.77 ± 7.85 ^b	0.75 ± 2.12 ^c	1.74 ± 0.10 ^d	16.64 ± 5.79 ^b	9.77 ± 2.37 ^a
10	4	21.14 ± 6.07 ^{ab}	0.78 ± 4.61 ^b	1.79 ± 0.10 ^c	17.71 ± 3.76 ^{ab}	9.62 ± 0.21 ^b
15	4	21.62 ± 3.87 ^{ab}	0.79 ± 7.10 ^a	1.89 ± 0.11 ^b	17.73 ± 1.33 ^{ab}	9.51 ± 2.76 ^b
20	4	22.89 ± 1.76 ^a	0.79 ± 9.60 ^a	2.10 ± 0.22 ^a	18.04 ± 1.08 ^a	9.26 ± 5.38 ^c

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

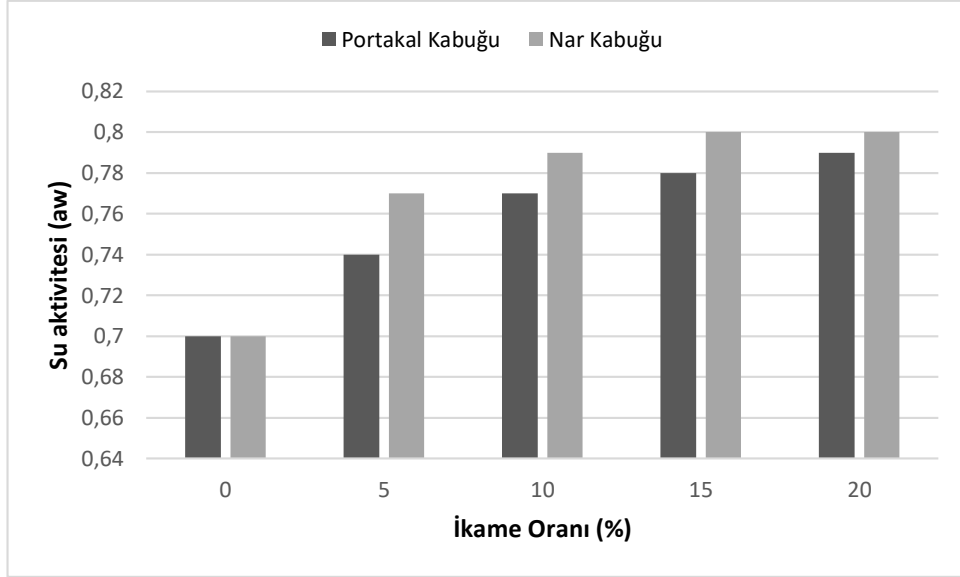
Torbica ve ark. (2019), farklı diyet lifi kaynakları (arpa atık ürünleri, şeker pancarı küspesi, elma posası) eklenerek üretilen ekmeklerin nem içeriğinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Alongi ve ark. (2019), kontrol grubunda elma posası eklenmiş krakerlerin daha düşük su içeriğine sahip olduğunu gözlemlemiştir. Buğday ununa elma posasının eklenmesinin keklerin nem içeriğini arttırdığı Sudha ve ark. (2007) tarafından belirtilmiştir. Adegunwa ve ark. (2019), plantain ununa % 0, 10, 20, 30, 40 ve 50 oranlarında karpuz kabuğu unu ilave edilerek üretilen keklerin nem içeriğinin, eklenen karpuz kabuğu unu oranı arttıkça arttığını bildirmişlerdir. Nakov ve ark. (2020), buğday ununa üzüm posası tozu ilavesinin keklerin nem içeriğini önemli ölçüde ($p<0,05$) azalttığını bildirmiştir.

4.3.2.2.Su aktivitesi (aw)

Kek örneklerinin su aktivitesi değerleri 0.70 - 0.80 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.30).

Varyans analiz sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin su aktivitesi üzerinde atık ürün(A), ikame oranı (B) ve ‘atık ürün x ikame oranı ($A \times B$)’ interaksiyonunun etkileri istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.32’deki çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, en yüksek su aktivitesi değeri nar kabuğu ile ikame edilmiş keklerde görülmüştür. Kontrol grubu kek örneklerinin su aktivitesi değerleri en düşük bulunurken, ikame oranı arttıkça bisküvilerin su aktivitesi değerinin de artış gösterdiği görülmektedir. %15 ile %20 oranında ikame ürün eklenmiş bisküvilerin su aktivitesi değerleri istatistiki olarak benzer sonuçlar göstermiştir.



Şekil 4.24. Kek örneklerinin su aktivitesi değerleri üzerinde etkili 'atık ürün x ikame oranı' interaksyonu

Portakal kabuğu tozu ile ikame edilen kek örneklerinde kontrol keklere göre su aktivitesi değerlerinde sürekli bir artış gözlemlenmiştir. Nar kabuğu tozu ile ikame edilen örneklerde ise ikame oranı arttıkça su aktivitesi değerinde artış gözlemlenmiş % 15 ve % 20 oranında ikame edilen örneklerde benzer su aktivitesi değerleri elde edilmiştir (Şekil 4.24).

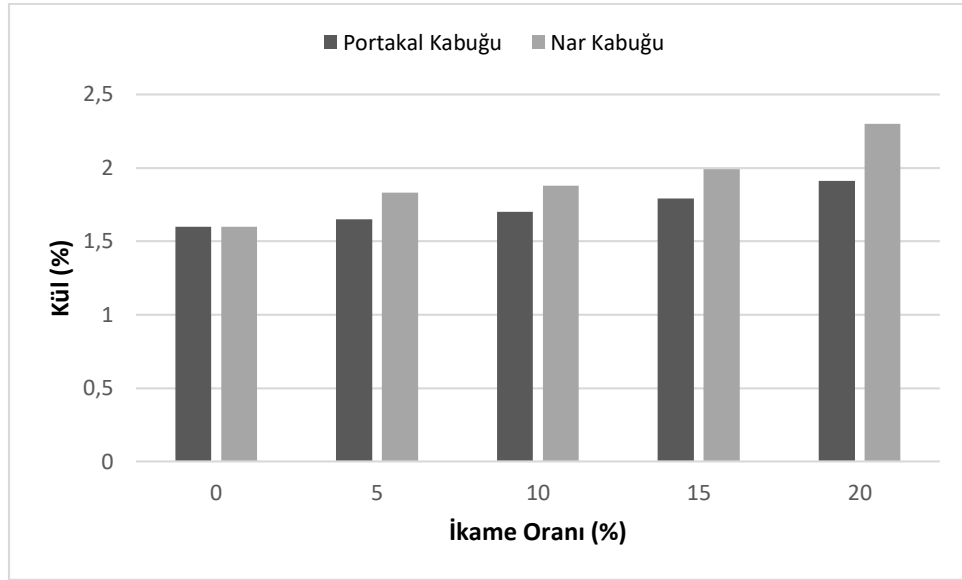
4.3.2.3.Kül

Kek örneklerinin kül içerikleri % 1.60 – 2.30 arasında değişmekte olup ortalama % 1.46 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.30).

Varyans analiz sonuçlarına göre; varyasyon kaynaklarından atık ürün (A) çeşidi faktörünün, ikame oranının (B) ve, 'atık ürün (A) x ikame oranı (B)' interaksyonunun ise istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunduğu görülmüştür (Çizelge 4.31).

Örneklerin çoklu karşılaştırma testi sonuçları ilave edilen atık ürün çeşidi bakımından incelendiğinde nar kabuğu tozu ikame edilen kek örnekleri ile portakal kabuğu tozu ikame edilen kek örnekleri istatistiki açıdan benzer sonuçlar vermiştir. İkame oranı bakımından incelendiğinde ise oran arttıkça kül değerlerinde artış gözlemlenmiştir (Çizelge 4.32).

Portakal kabuğu veya nar kabuğu gibi bitkisel materyaller, doğal olarak yüksek miktarda mineral içermektedir. Kek formülasyonuna eklenen bu kabuklar, keklerin içeriğindeki minerallerin miktarında artışa, dolayısıyla, oran arttıkça kül oranında da artışa neden olmaktadır.



Şekil 4.25. Kek örneklerinin kül değerleri üzerinde etkili ‘atık ürün x ikame oranı’ interaksyonu

Portakal kabuğu tozu ve nar kabuğu tozu ile ikame edilen kek örneklerinde kontrol bisküvilere göre kül değerlerinde sürekli bir artış gözlemlenmiştir. Nar kabuğu tozu ile ikame edilen kekler portakal kabuğu tozu ile ikame edilen keklere göre daha büyük kül değerleri vermiştir (Şekil 4.25).

4.3.2.4.Yağ

Kek örneklerinde en düşük yağ miktarı % 15.98 ile % 5 portakal kabuğu ikameli örneklerde bulunurken, en yüksek yağ miktarı % 18.37 ile % 20 nar kabuğu ikameli örneklerde bulunmuş olup diğer kek örnekleri de bu iki değer arasında yer almaktadır (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.31’de belirtilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde, portakal kabuğu ve nar kabuğu tozu ikameli bisküvi örneklerinin yağ miktarı üzerinde varyasyon kaynaklarından atık ürün (A) ve ‘atık ürün x ikame oranı (AxB)’ interaksyonunun etkileri istatistiki açıdan önemsiz bulunurken, ikame oranı (B) istatistiki açıdan ($p < 0.05$) düzeyinde önemli bulunduğu tespit edilmiştir.

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, atık ürünlerin istatistiksel olarak benzer sonuçlar verdiği ancak deskriptif olarak farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. İkame oranının artmasıyla % yağ oranının artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.32).

Bir araştırmada, çeşitli lif kaynakları (elma, havuç ve portakal posası) kullanılarak üretilen kek örneklerinin yağ içeriğinin %26.72 ile %27.51 arasında değiştiği ancak bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı bir farka yol açmadığı belirtilmiştir (Topkaya, 2017). Kek üretimine farklı oranlarda nar çekirdeği tozu ilavesi yapılan çalışmada ise sırasıyla kek örneklerinin yağ içeriği %21.90, 27.57, 30.09 ve 32.43 olarak belirlenmiştir (Noğay, 2014).

4.3.2.5. Protein

Çizelge 4.30’da verilen sonuçlara göre keklerin protein içerikleri % 9.20 ile 9.88 arasında değişmekte olup ortalama % 9.61’dir. Kek örneklerinin protein sonuçları çoklu karşılaştırma testinde incelendiğinde; en yüksek değerler nar kabuğu ilaveli keklerde görülmüştür.

Varyans analiz sonuçlarına göre; varyasyon kaynaklarından atık ürün çeşidi faktörünün $p < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu, ikame oranının (B) kek örneklerinin protein değeri üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu, ‘atık ürün (A) x ikame oranı (B)’ interaksiyonunun ise istatistiki olarak önemsiz bulunduğu görülmüştür (Çizelge 4.32).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; nar kabuğu tozu ikameli kek örneklerinin portakal kabuğu tozu ikameli kek örneklerine göre daha yüksek protein değerleri verdiği, keklerin ikame oranı arttıkça protein oranında azalış meydana geldiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.32). Kullanılan gıda atığı tozlarının protein değerlerinin buğday unundan düşük çıkması sebebiyle ikame oranı arttıkça protein oranının daha düşük çıkması beklenen bir durumdur.

Agama ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada bisküvilere çiğ muz unu ilavesinin diyet lif içeriğini artırdığını, protein içeriğini azalttığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Uysal (2005), farklı kaynaklardan elde edilen diyet liflerinin bisküvi kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiş ve meyve lif içeriğindeki artışın protein içeriğinde azalmaya neden olduğunu bulmuştur. Bu bulgu çalışmanın sonuçlarını desteklemektedir.

Farklı yöntemlerle kurutulmuş nar çekirdek tozları farklı ikame oranlarında (% 0, 10, 20 ve 30) kek formülasyonuna dahil edilmiş ve protein değerleri % 9.44 ile 12.53 arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Noğay, 2014).

4.3.2.6.Diyet lifi

Çizelge 4.33’de verilen sonuçlara göre keklerin diyet lifi içerikleri % 1.35 ile 11.75 arasında değişmekte olup ortalama 6.27’dir. En yüksek diyet lifi değeri % 20 oranında nar kabuğu ikame edilmiş kekde görülürken en düşük diyet lifi değeri kontrol grubu keklerde görülmüştür.

Örneklerin varyans analiz sonuçları incelendiğinde keklerin diyet lifi içerikleri üzerinde atık ürün (A), ikame oranı (B) ve ‘atık ürün x ikame oranı (AxB)’ interaksiyonlarının istatistiki açıdan $p < 0.01$ düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.35’deki çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, nar kabuğu ikameli keklerin daha yüksek diyet lif içeriği verdiği tespit edilmiştir. Çizelge 4.35 ikame oranları açısından değerlendirildiğinde ise en düşük diyet lifi değerinin kontrol keke (%1.35) ait olduğunu, en yüksek diyet lifi değerinin ise % 20 ikameli kek örneklerine (%11.19) ait olduğu belirlenmiştir. İkame oranı arttıkça diyet lif oranında artış gözlenmiş olup, istatistiki açıdan oranlar arasında önemli farklar bulunmuştur.

Portakal kabuğu tozu ve nar kabuğu tozunun diyet lif değerinin buğday ununa göre daha yüksek olması, ikame oranı arttıkça kek örneklerinde diyet lif değerlerinde artış gözlenmesine sebep olmuştur.

Çizelge 4.33. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerine ait diyet lifi, karbonhidrat ve enerji değerleri¹

Atık Ürün	İkame Oranı (%)	Diyet Lif (%)	Karbonhidrat (%)	Enerji (kkal/00g)
Portakal Kabuğu Tozu	0	1.35 ± 0.01	54.43 ± 0.25	405.09 ± 7.08
	5	3.67 ± 0.04	50.65 ± 0.35	379.93 ± 7.73
	10	6.09 ± 0.02	48.67 ± 0.28	378.11 ± 4.55
	15	8.27 ± 0.09	47.93 ± 0.24	372.01 ± 1.49
	20	10.63 ± 0.08	46.88 ± 0.55	362.47 ± 2.68
	0	1.35 ± 0.01	54.43 ± 0.25	405.09 ± 7.08
Nar Kabuğu Tozu	5	3.90 ± 0.08	52.77 ± 0.77	398.22 ± 3.82
	10	6.54 ± 0.05	51.70 ± 0.19	392.10 ± 9.62
	15	9.15 ± 0.09	49.66 ± 0.86	378.75 ± 1.62
	20	11.75 ± 0.11	44.52 ± 1.16	357.16 ± 12.03
	Minimum-maksimum	1.35 – 11.75	44.52 – 54.43	357.16 – 405.09
	Ortalama ± std	6.27 ± 3.69	50.16 ± 3.26	382.89 ± 3.52

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.34. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerinin diyet lifi, karbonhidrat ve enerji değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	Diyet Lif		Karbonhidrat		Enerji	
		KT	F	KT	F	KT	F
Atık Ürün (A)	1	1.43	1034.26**	4.09	3.71 ^{ns}	227.40	4.59 ^{ns}
İkame Oranı (B)	4	242.17	43591.43**	169.53	38.43**	4476.39	22.61*
AxB	4	0.84	152.58**	18.17	4.11*	398.86	2.01 ^{ns}
Hata	9		0.01		9.92		445.40

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

Çizelge 4.35. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerine ait diyet lifi, karbonhidrat ve enerji değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Diyet Lif (%)	Karbonhidrat (%)	Enerji (kkal/100g)
Atık Ürün				
Portakal Kabuğu Tozu	10	6.00 ± 3.45 ^b	49.71 ± 2.81 ^a	379.52 ± 15.44 ^a
Nar Kabuğu Tozu	10	6.53 ± 3.88 ^a	50.61 ± 3.77 ^a	386.26 ± 18.78 ^a
İkame Oranı (%)				
0	4	1.35 ± 0.67 ^e	54.42 ± 0.20 ^a	405.09 ± 5.79 ^a
5	4	3.78 ± 0.64 ^d	51.71 ± 1.32 ^b	388.16 ± 12.63 ^b
10	4	6.31 ± 1.89 ^c	50.18 ± 1.76 ^{bc}	386.01 ± 9.33 ^b
15	4	8.71 ± 3.25 ^b	48.79 ± 1.12 ^c	375.38 ± 4.09 ^{bc}
20	4	11.19 ± 4.53 ^a	45.70 ± 2.31 ^d	359.82 ± 7.75 ^c

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

Talens ve ark. (2016), glutensiz kekler için iki farklı portakal lifi kaynağını karşılaştırmak amacıyla laboratuvar ortamında çalışmışlardır. Bu kaynaklardan biri, mikrodalgada kurutularak portakal kabuklarından elde edilen lifler, diğeri ticari olarak temin edilmiş turunçgil lifleridir. Karşılaştırma sonuçları olarak, mikrodalgada kurutulan portakal kabuklarının toplam ve çözünür diyet lifi açısından daha yüksek değerlere sahip olduğu rapor edilmiştir. Mikrodalgada kurutulmuş portakal kabukları, glutensiz keklerin çeşitli özelliklerinde, örneğin toplam diyet lifi, su tutma kapasitesi, viskozite ve viskoelastik özelliklerinde daha yüksek değerlere sahip olduğu belirtilmiştir.

Figuerola ve ark. (2005), farklı elma posalarının toplam diyet lifi içeriğini % 56.5 ile 63.9 arasında tespit etmişlerdir. Mohamed Ahmed ve ark. (2019), çeşitli üzüm türlerinin posalarının ham diyet lifi içeriğini 36.82 ile 51.82 g/100g arasında tespit etmişlerdir. Portakal posalarının lif içeriği ise farklı çalışmalarla % 54 ile 69 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Larrauri ve ark., 1995; Figuerola ve ark., 2005). Chakrabarty ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada, farklı karpuz türlerinin kabuklarının ham lif içeriğinin % 12.78 ile 13.35 arasında değiştiği görülmüştür.

4.3.2.7.Karbonhidrat

Portakal kabuğu tozu ve nar kabuğu tozu kullanılarak üretilen keklerin karbonhidrat miktarları Çizelge 4.33’de verilmiştir. Keklerin karbonhidrat değerleri % 44.52 ile 54.43 arasında değişim göstermiş, ortalama olarak % 50.16 bulunmuştur.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, portakal kabuğu ve nar kabuğu tozu ikameli kek örneklerinin yağ miktarı üzerinde varyasyon kaynaklarından atık ürün (A) interaksyonunun etkisinin önemsiz ($p>0.05$) olduğu, ikame oranı (B) interaksyonunun etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu ve ‘atık ürün x ikame oranı ($A \times B$)’ interaksyonunun etkisinin ise $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.34).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları atık ürünler bakımından değerlendirildiğinde nar kabuğu tozu ikameli keklerin portakal kabuğu tozu ikameli keklerle benzer değerler verdiği gözlemlenmiştir. İkame oranı açısından değerlendirildiğinde ise en düşük karbonhidrat değeri %20 ikameli keklerde gözlemlenmiştir.

4.3.2.8.Enerji

Çizelge 4.33’e göre kek örnekleri 357.16 kkal/100g – 405.09 kkal/100g arasında değişen enerji değerlerine sahip olduğu gösterilmiştir.

Kek örneklerinin varyans analiz sonuçlarına göre; varyasyon kaynaklarından atık ürün çeşidi (A) faktörünün ve atık ürün (A) x ikame oranı (B)’ interaksyonunun istatistiki açıdan önemsiz olduğu, ikame oranının (B) ise kek örneklerinin enerji değeri üzerinde $p<0.05$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.34).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre nar kabuğu katkılı keklerin portakal kabuğu katkılı keklerle benzer enerji değerleri verdiği gözlemlenmiş, ikame oranı olarak %20 ikameli keklerin (359.82 kkal/100g) en düşük değeri olduğu tespit edilmiştir. Diyet lif oranı kabuk tozlarının ikame oranı arttıkça enerji değerinde azalma beklenen bir sonuçtur. Nar kabuğu tozunun portakal kabuğu tozu ilave edilen kek örneklerinde daha yüksek enerji değeri vermesi nem ve karbonhidrat değerlerinin farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Beyaz ve turuncu patatesin %10, 20 ve 30 oranlarında kek formülasyonuna ilavesiyle enerji değerlerinin sırasıyla 384.87, 378.89, 375.63 ve 363.40, 337.10, 327.82 kkal/100 g olduğu belirlenen çalışmada, oranlarının artmasıyla enerji değerlerinin

düştüğü gözlemlenmiştir (Samiha, 2015) . Kek üretimine farklı ikame oranları (% 0, 10, 20 ve 30) ile nar çekirdeği tozu eklenmesi sonucu ise keklerin enerji değerlerinin 509.50 - 562.25 kcal/100g aralığında değiştiği tespit edilmiştir (Noğay, 2014).

4.3.3. Fonsiyonel analizler

4.3.3.1.Toplam fenolik madde miktarı

Çizelge 4.36’da verilen sonuçlara göre kek örneklerine ait toplam fenolik madde miktarları 1161.54 µg GAE/g ile 3520.73 µg GAE/g arasında değişim göstermektedir. Ortalama olarak ise 2124.40 µg GAE/g değer elde edilmiştir. En yüksek toplam fenolik madde miktarını % 20 oranında nar kabuğu ikameli kek örnekleri verirken en düşük toplam fenolik madde miktarını kontrol grubu kek örnekleri vermiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre kek örneklerinin toplam fenolik madde miktarı üzerinde atık ürün (A), ikame oranı (B) ve ‘atık ürün x ikame oranı (AxB)’ interaksiyonlarının istatistiki açıdan $p < 0.01$ düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.37).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre kek örneklerinin toplam fenolik madde miktarları üzerinde nar kabuğu tozu ikameli bisküvilerin portakal kabuğu tozu ikameli kek örneklerine göre daha yüksek değerler verdiği, ikame oranı attıkça toplam fenolik madde miktarında artış olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.38).

Çizelge 4.36. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerine ait toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleri¹

Atık Ürün	İkame Oranı (%)	TFMM (µg GAE/g)	Antioksidan Aktivite (%)
Portakal Kabuğu Tozu	0	1161.54 ± 10.87	18.56 ± 0.06
	5	1357.19 ± 6.14	21.17 ± 0.13
	10	1665.38 ± 27.20	25.85 ± 0.05
	15	2110.42 ± 17.89	33.56 ± 0.44
	20	2295.96 ± 5.16	40.44 ± 0.23
Nar Kabuğu Tozu	0	1161.54 ± 10.87	18.56 ± 0.06
	5	2115.38 ± 10.88	27.23 ± 0.33
	10	2642.31 ± 16.32	41.15 ± 0.15
	15	3213.51 ± 8.22	48.33 ± 0.11
	20	3520.73 ± 13.74	59.27 ± 0.05
Minimum-maksimum		1161.54 – 3520.73	18.56 – 59.27
Ortalama ± std		2124.40 ± 6.51	33.41 ± 0.13

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır

Çizelge 4.37. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

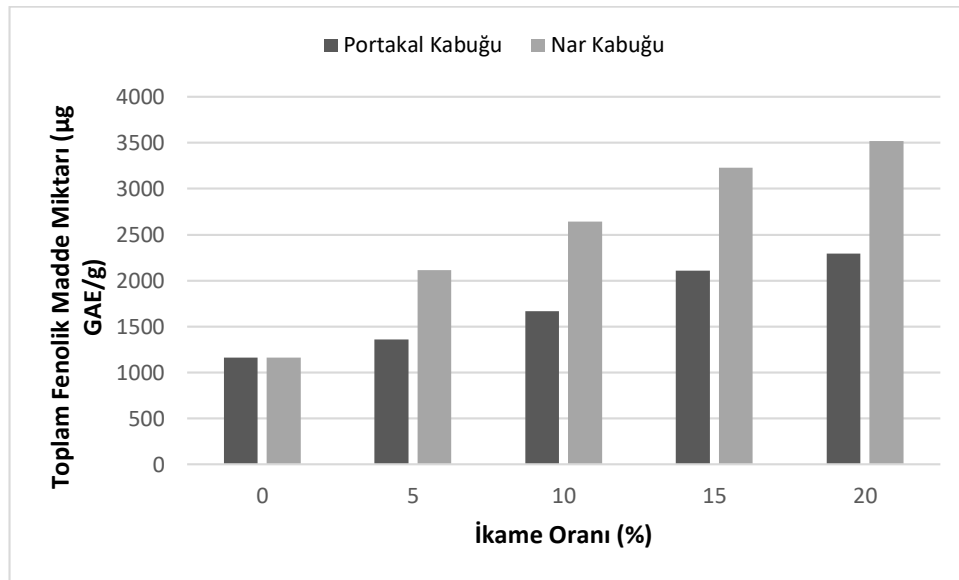
VK	SD	TFMM		Antioksidan Aktivite	
		KT	F	KT	F
Atık Ürün (A)	1	3301547.5	15472.30**	604.23	13320.61**
İkame Oranı (B)	4	7928593.4	9289.09**	2529.31	13940.06**
AxB	4	944546.1	1106.62**	239.45	1319.74**
Hata	9	1920		0.40	

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

Çizelge 4.38. Portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş kek örneklerine ait toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	TFMM (µg GAE/g)	Antioksidan Aktivite (%)
Atık Ürün			
Portakal Kabuğu Tozu	10	1718.10 ± 454.91 ^b	27.91 ± 8.51 ^b
Nar Kabuğu Tozu	10	2530.69 ± 882.71 ^a	38.91 ± 15.34 ^a
İkame Oranı (%)			
0	4	1161.53 ± 8.88 ^e	18.56 ± 0.05 ^e
5	4	1736.28 ± 437.80 ^d	24.20 ± 3.50 ^d
10	4	2153.84 ± 564.32 ^c	33.50 ± 8.84 ^c
15	4	2661.96 ± 636.97 ^b	40.94 ± 8.53 ^b
20	4	2908.34 ± 707.17 ^a	49.85 ± 10.87 ^a

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



Şekil 4.26. Kek örneklerinin toplam fenolik madde değerleri üzerinde etkili 'atık ürün x ikame oranı' interaksyonu

Portakal kabuğu tozu ve nar kabuğu tozu ile ikame edilen kek örneklerinde kontrol bisküvilere göre ikame oranı arttıkça toplam fenolik madde miktarı değerlerinde

artış gözlemlenmiştir. En yüksek toplam fenolik madde miktarı değerini %20 oranında nar kabuğu ikameli kek örnekleri vermiştir (Şekil 4.26).

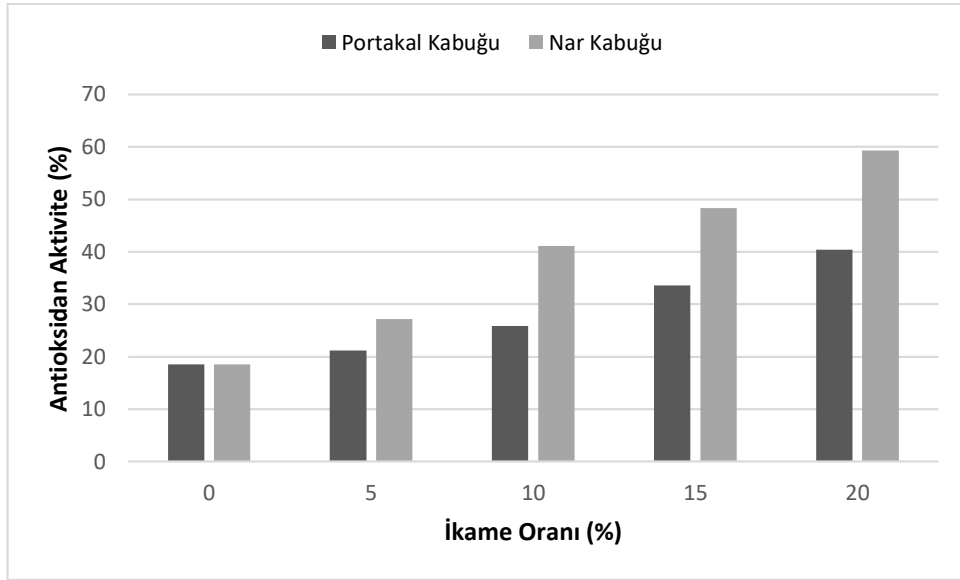
Bir araştırmada, nar kabuğu tozu ilave edilen kek örneklerinde, en düşük fenolik madde miktarı kontrol sınıfı keklerde (111.19 mg GAE /100 g) ve en yüksek fenolik madde miktarı ise %15 nar kabuğu tozu eklemeli kek örneklerinde (777.06 mg GAE/100 g) tespit edilmiştir (Topkaya, 2017). Literatürde yapılmış olan çalışmalarda meyve tozu miktarının artırılmasıyla fenolik madde miktarının artırıldığı gözlemlenmiştir (Topkaya, 2017; Olcay, 2019).

4.3.3.2. Antioksidan aktivite

Kek örneklerinin antioksidan aktivite değerleri % 18.56 ile 59.27 arasında değişim göstermektedir. En yüksek antioksidan aktivite değerini % 20 oranında nar kabuğu ikameli kek örnekleri gösterirken, en düşük antioksidan aktivite değerini kontrol grubu kek örnekleri göstermiştir (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.37’de verilen varyans analizi sonuçlarına bakıldığında, kek örneklerinin antioksidan aktivite değerleri üzerinde atık ürün (A), ikame oranı (B) ve ‘atık ürün x ikame oranı (AxB)’ interaksiyonlarının istatistiki açıdan $p < 0.01$ düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Çoklu karşılaştırma testine göre antioksidan aktivite değerleri atık ürünler bakımından değerlendirildiğinde en yüksek nar kabuğu tozu ikamesinin kullanıldığı örneklerde tespit edilmiştir. İkame oranının artmasıyla antioksidan aktivite değerleri artmıştır. %20 ikame oranında en yüksek antioksidan aktivite değeri görülmüştür (Çizelge 4.38).



Şekil 4.27. Kek örneklerinin antioksidan aktivite değerleri üzerinde etkili 'atık ürün x ikame oranı' interaksyonu

Portakal kabuğu tozu ve nar kabuğu tozu ile ikame edilen kek örneklerinde kontrol bisküvilere göre ikame oranı arttıkça antioksidan aktivite değerlerinde artış gözlemlenmiştir. En yüksek antioksidan aktivite değerini %20 oranında nar kabuğu ikameli kek örnekleri verirken, en düşük antioksidan aktivite değerini kontrol grubu kek örnekleri vermiştir (Şekil 4.27).

Ning ve ark. (2020), mor çarkıfelek meyvesini % 0, 3, 6 ve 9 oranlarında bisküvi formülasyonuna eklemişler ve sonuç olarak, çarkıfelek meyve tozu eklenen bisküvilerin DPPH radikal süpürme aktiviteleri, ikame oranının artmasıyla sırasıyla % 21.5, % 29.4, % 37.2 ve % 46.8 arttığını rapor etmişlerdir.

Başka bir çalışmada, farklı kiraz meyve tozu ikame oranları (% 0, 1, 3 ve 5) kullanılarak ekmeklerin antioksidan özellikleri araştırılmıştır. Sonuç olarak, ekmeklerin DPPH radikal süpürme aktivitesinin kiraz meyve tozu ikame oranının artışıyla arttığını ve % 3 oranındaki ikamenin hem genel olarak hem de duyusal değerlendirme açısından kabul edilebilir olduğunu belirtmiştir (Yoon ve ark., 2010).

Portakal kabuğu tozu ve nar kabuğu tozunun fenolik madde ve antioksidan bakımından oldukça olması sebebiyle ikame edilen kek örneklerinin antioksidan değerlerinde artış gözlenmesi beklenen bir sonuçtur.

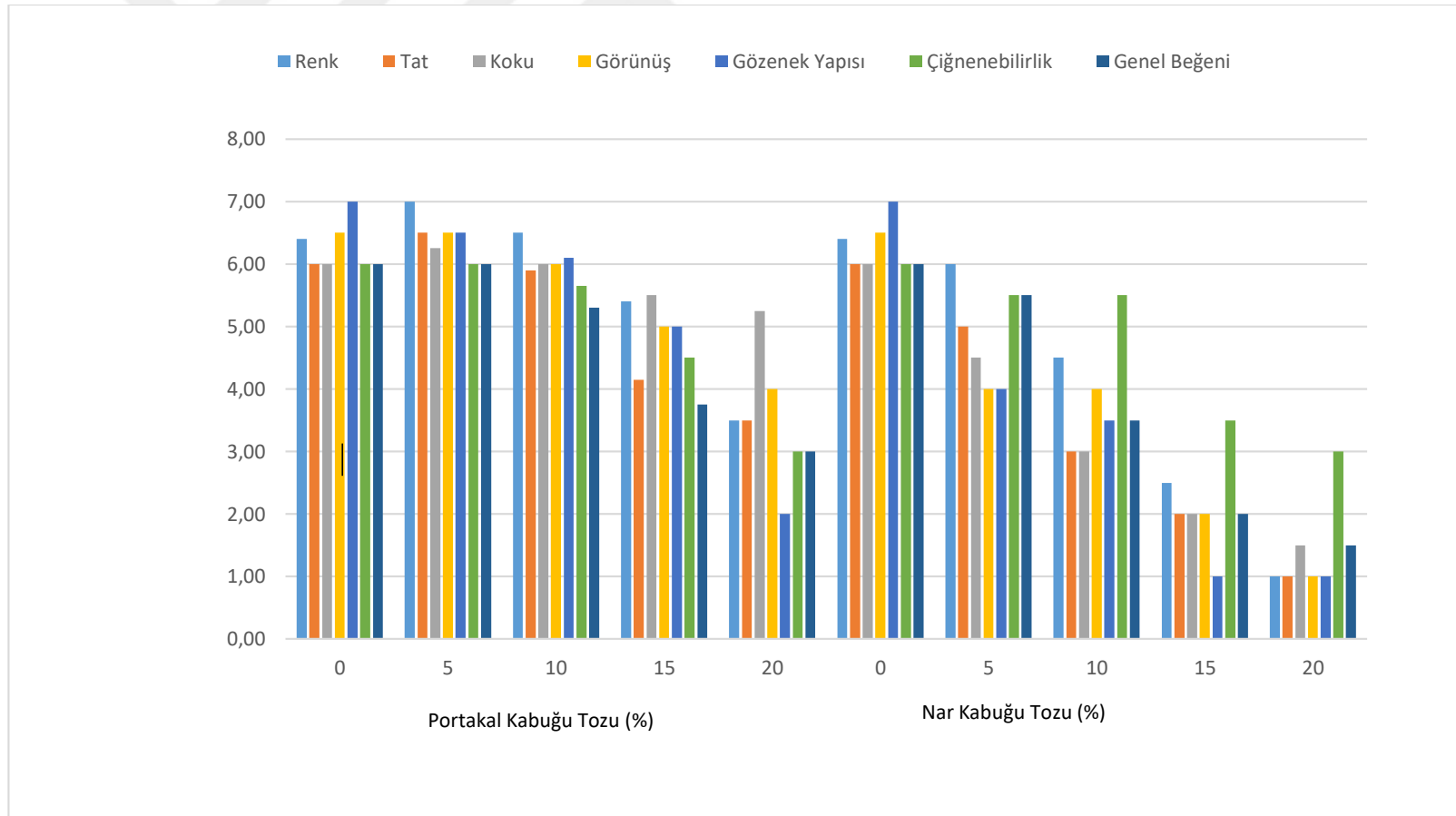
4.3.4. Duyusal değerlendirme

Duyusal özellikler renk, tat, koku, görünüş, gözenek yapısı, çiğnenebilirlik ve genel beğeni bakımından değerlendirilmiştir (Şekil 4.28).

Şekil 4.31’de belirtilen duyusal analiz sonuçlarına göre renk açısından en beğenilen örnekler %5 portakal kabuğu katkılı keklerde görülmüştür. Tat bakımından 6.5 değerini alarak en çok beğenilen %5 portakal kabuğu katkılı kek örneği olurken; 6.0 değeri ile kontrol örneği, 5.9 değeri ile %10 portakal kabuğu katkılı kek örnekleri ve 5 ile %5 nar kabuğu katkılı kek örnekleri de yüksek skorlar elde etmiştir. Duyusal analize tabii tutulan keklerde koku değeri açısından en yüksek skoru %5 portakal kabuğu katkılı kekler alırken, görünüş bakımından en yüksek skoru kontrol grubu ile birlikte %5 portakal kabuğu katkılı kekler almıştır. Kek örnekleri gözenek yapısı açısından değerlendirildiğinde 7.00 değerini kontrol grubu örneği almış, 6.5 değeri ise %5 portakal kabuğu tozu katkılı kek örnekleri takip etmiştir. Kek örneklerinin çiğnenebilirlik değerlerine bakıldığında kontrol grubu kekler ile %5 portakal kabuğu tozu katkılı kekler en yüksek değeri elde etmiştir. Kekler ayrıca genel beğeni testine tabi tutulmuş olup, 6.0 değeri ile genel beğenisi en yüksek olan örnek kontrol grubu örnekler ile %5 portakal kabuğu tozu katkılı kekler olmuştur.

Portakal kabuğu ve nar kabuğu ilave edilmiş kek örneklerinde ikame oranının artması ile tat, koku, renk, görünüş, gevreklik, ağız hissi ve genel beğeni skorlarında düşüş gözlemlenmiştir.

Duyusal analiz değerleri üzerinde genel bir değerlendirme yapıldığında; kek örneklerinin atık ürün çeşidi fark etmeksizin ikame oranının artması ile kontrol örneklerine göre duyusal özelliklerinde azalma tespit edilmiştir. Ancak genel anlamda kontrol örnekten sonra duyusal olarak % 5 ve 10 portakal tozu ikameli kek örneklerinin tercih edildiği gözlemlenmiştir.



Şekil 4.28. Kek örneklerinin duyu analizi sonuçları

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu çalışmada; portakal kabuğu ve nar kabuğu tozları beş farklı oranda (% 0, 5, 10, 15, 20) ikame edilerek bisküvi ve kek örnekleri elde edilmiştir. Elde edilen örneklerin fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşsal analizleri incelenmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Portakal kabuğu tozu ve nar kabuğu tozu ikame oranı arttıkça bisküvi örneklerinin L^* değerlerinde azalış, a^* değerlerinde ise artış gözlemlenmiştir. b^* değerlerinde ise istatistiki açıdan fark görülmemiş deskriptif olarak artış gözlemlenmiştir. İkame oranı arttıkça doygunluk indeksi kontrol grubu örneğine göre artmış, ton açısı değeri ise azalmıştır.

Bisküvi örneklerinde ikame oranı arttıkça çap değerlerinin azaldığı görülmüştür. Kalınlık değeri bakımından değerlendirildiğinde ise ikame oranı arttıkça daha kalın bisküviler elde edilmiştir. Kontrol grubu bisküvi örnekleri en yüksek yayılma oranını verirken ikame oranı arttıkça yayılma oranı değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir.

Bisküviler sertlik değeri açısından incelendiğinde %5 ikame oranlı bisküvilerde en yüksek sertlik değeri görülürken oran arttıkça sertlik değeri azalmıştır. %20 ikame oranlı bisküviler kontrol grubu bisküvilere göre istatistiki olarak daha düşük değer vermiştir. Kırılabilirlik değeri açısından %5 ikame oranlı bisküvi ile kontrol grubu bisküvi istatistiki açıdan benzer değerler verse de, oran arttıkça değerlerde düşüş gözlemlenmiştir.

Portakal kabuğu ve nar kabuğu ikamesiyle elde edilen bisküvi örneklerinde nem, su aktivitesi, kül, diyet lif, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri artmış, protein, karbonhidrat ve enerji düşmüş, yağ değerleri ise birbirine benzer bulunmuştur.

Duyuşsal analiz sonuçlarına göre; en iyi renk ve koku değerlerini %5 ve %10 portakal kabuğu katkılı bisküvilerde, en iyi tat, görünüş, gevreklik, ağız hissi ve genel beğeni değerlerini ise kontrol grubu bisküvilerde belirlenmiştir.

Atık ürün katkılı kek örneklerinin kabuk renk değerlerinde ikame oranı arttıkça L^* , a^* ve b^* değerlerinde azalış görülmüştür. Doymunluk indeksi kontrol grubu örneğine göre azalmış, ton açısı değeri ise kontrol grubu örneğine göre azalış gösterse

bile %5 oranında ikameli kek örnekleri %20 oranında ikameli kek örneklerine göre daha düşük değerler göstermiştir.

Portakal kabuğu tozu ve nar kabuğu tozu ikame oranı arttıkça kek örneklerinin kek içi değerlerinde L^* değerinde azalış, a^* değeri ve b^* değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Doygunluk indeksi değerlerinde kontrol grubu örneğe göre artmış, ton açısı değerleri ise azalmıştır.

Portakal kabuğu ve nar kabuğu ikamesiyle elde edilen kek hamuru örnekleri ikame oranı bakımından değerlendirildiğinde en yüksek özgül ağırlık %20 nar kabuğu ikameli kek hamurlarına aitken en düşük özgül ağırlık değeri kontrol grubu kek hamurlarına aittir. İkame oranı arttıkça özgül ağırlık değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Kek hamurlarının pH'ının %20 atık ürün ikameli kek hamurları ile kontrol grubu kek hamurlarının istatistiki olarak benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Kek formülasyonunda artan oranda atık ürün kullanılması kekin hacmini, simetri indeksini ve tekdüzelik indeksini düşürmüştür. Kekler sertlik değeri açısından incelendiğinde ikame oranı arttıkça sertlik değeri artış göstermiş, esneklik değeri açısından %10 ikame oranlı kek ile kontrol grubu bisküvi istatistiki açıdan benzer değerler verse de, oran arttıkça değerlerde düşüş gözlemlenmiştir.

Portakal kabuğu tozu ve nar kabuğu tozu ikamesiyle elde edilen kek örneklerinde nem, su aktivitesi, kül, yağ, diyet lif, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleri artmış, protein, karbonhidrat ve enerji değerleri düşmüştür.

Kek örneklerinde yapılan duyu analizi sonuçlarına göre; en iyi renk, tat, koku, görünüş değerlerini % 5 portakal kabuğu katkılı kekler, en iyi gözenek yapısı ve çiğnenebilirlik değerlerini kontrol grubu kekler elde etmiştir. Bu sonuçlara göre genel anlamda %5 portakal kabuğu katkılı kek örneklerinin beğenildiği görülmektedir.

5.2 Öneriler

Toplumsal geneli bakımından sevilerek tüketilen bisküvi ve kek ürünlerine özellikle meyve suyu endüstrisinde atık ürün olarak sıklıkla ortaya çıkan ve çevre kirliliği oluşturan, yüksek besin değerlerine sahip portakal kabuğu ve nar kabuklarının buğday ununa ikamesi veya katkısı niteliğinde kullanılması önerilmektedir. Bu sayede ortaya çıkan gıda atık ürünü atıklarının çevre kirliliği üzerindeki etkileri azaltılmış,

insan sağlığı üzerinde oldukça faydalı ürünler elde edilmiş ve ekonomik açıdan kayıp oluşmamış, katma değeri artırılmış ürünler elde edilmiş olacaktır.



6. KAYNAKLAR

- Abd El-ghfar, M.H. Ahmed, Hayam M.I., Ibrahim M. H., Abdel Fattah A. A., ve Marwa H. M., 2016, Peels of Lemon and Orange as Value-Added Ingredients Chemical and Antioxidant Properties, *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5(12), 777-794.
- Acun S. ve Gül H. 2014, Effects of grape pomace and grape seed flours on cookie quality, *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods Dergisi*, 6 (1): 81-88.
- Adegunwa, M., Oloyede, I., Adebajo, L., Alamu, E., 2019. Quality attribute of plantain (*Musa paradisiaca*) sponge-cake supplemented with watermelon (*Citrullus lanatus*) rind flour, *Cogent Food & Agriculture*, 5(1), 1631582.
- Agama-Acevedo, E., Islas-Hernández, J.J., Pacheco-Vargas, G., Osorio Díaz, P., 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.
- Akhtar, S., Ismail, T., Fraternali, D., Sestili, P., 2015, Pomegranate peel and peel extracts: Chemistry and food features, *Food Chemistry*, 174, 417–425.
- Akpınar-Bayazit, A., Özcan, T., Yilmaz-Ersan, L., 2012, The therapeutic potential of pomegranate and its products for prevention of cancer, Cancer prevention-from mechanisms to translational benefits, INTECH, Winchester, UK, sayfa 330-373.
- Alkaya, E., Ergüder, T.H., Demirel, G.N., 2010, Effect of operational parameters on anaerobic co-digestion of dairy cattle manure and agricultural residues, A case study for the Kahramanmaraş region in Turkey, *Engineering In Life Sciences*, 10 (6), 552-559.
- Alongi, M., Melchior, S., Anese, M., 2019, Reducing the glycemic index of short dough biscuits by using apple pomace as a functional ingredient, *Lebensmittel Wissenschaft und -Technologie- Food Science and Technology*, 100, 300–305.
- Alp, H. ve Bilgiçli, N., 2008, Effect of transglutaminase on some properties of cake enriched with various protein source, *Journal of Food Science*, 73(5), 209-214.
- Altunkaya, A., Hedegaard, R.V., Brimer, L., Gökmen, V., Skibsted, L.H., 2013, Antioxidant capacity versus chemical safety of wheat bread enriched with pomegranate peel powder, *Food and Function*, 4, 722–727.
- Angioloni, A., Collar, C., 2011, Physicochemical and nutritional properties of reduced caloric density high-fibre breads, *Lwt-Food Science Technology*, 44(3): 747-758.
- Anlı, E. A., Şanlı, T., 2019, Süt Endüstrisi Atık Sularının Arıtılmasında Aktif Çamur Prosesinin Kullanımı. Akademik Gıda, 17(2), 252-259. Doi:10.24323/akademik-gida.613594.
- Anonim, 2011, Aile ve tüketici hizmetleri, M.E.B. Çevre hizmetleri Modülü, http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/%C3%87evre%20Hizmetleri.pdf . Ankara.
- Anonim, 2018, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Portakal> .
- Anonim, 2020, <https://www.monocake.com.tr/haber/kekin-tarihi>.
- Anonim, 2021, www.bbc.com/turkce/haberler-turkiye-56291957.28.052021. Erişim Tarihi: 28.05.2023.
- Arshad, R. N., Abdul-Malek, Z., Roobab, U., Qureshi, M. I., Khan, N., Ahmad, M. H., ... & Aadil, R. M., 2021, Effective valorization of food wastes and by-products through pulsed electric field: A systematic review. *Journal of Food Process Engineering*, 44(3), e13629. Doi:10.1111/jfpe.13629.

- Ashton, R., 2006, Meet the Pomegranate, Incredible Pomegranate, Plant and Fruit, Third Millenium Publications, AZ, USA.
- Aviram, M., Dornfeld, L., Rosenblat, M., Volkova, N., Kaplan, M., Coleman, R., Hayek, T., Presser, D., Fuhrman, B., 2000, Pomegranate juice consumption reduces oxidative stress, atherogenic modifications to LDL, and platelet aggregation: studies in humans and in atherosclerotic apolipoprotein E-deficient mice, *The American journal of clinical nutrition*, 71(5), 1062-1076.
- Aydın, E., 2014, Balkabağı (Cucurbita moschata) unu katkısının bisküvinin antioksidan aktivite ve besinsel kalitesine etkileri, Doktora Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 13-21, Bursa.
- Bajželj, B., Quested, T. E., Röö, E., and Swannell, R. P., 2020, The role of reducing food waste for resilient food systems, *Ecosystem Services*, 45, 101140. 1-13.
- Baltacıoğlu, C., Baltacıoğlu, H. ve Tangüler, H., 2019, Effects of Waste Fermented Carrot Powder Addition on Quality of biscuits, *Turkish Journal of Agriculture Food Science and Technology*, 7(9), 1237- 1244.
- Bartacci S., Pace V., Verna M., 1982, Chemical Composition and Nutritive Value of a ByProduct of the Tomato Concentrate Industry. *Nutr. Abstr. And Rev.* 52(4),191.
- Barzegar, M., Fadavi, A., Azizi, M.H., 2004, An investigation on the physico-chemical composition of various pomegranates (*Punica granatum L.*) grown in Yazd, *Iranian Journal Food Science Technology*, 2, 9-14.
- Batanglion, G.A., Da Silva, F., M.A., Eberlin, M.N., Koolen H. H. F., 2015, Determination of the phenolic composition from Brazilian tropical fruits by UHPLC-MS/MS, *Food Chemistry*, 180, 280- 287, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.059>.
- Bath, D.E., Shelke, K., Hosney, R.C., 1992, Fat replacers in high-ratio layer cakes, *Cereal Food World*, 37: 495-500.
- Bátori, V., Jabbari, M., Åkesson, D., Lennartsson, P. R., Taherzadeh, M. J., Zamani, A., 2017, Production of pectin-cellulose biofilms: a new approach for citrus waste recycling, *International Journal of Polymer Science*.
- Beğen, F., 2012, Yüksek Lif İçerikli Bisküvi Üretiminde Lüpen (*Lupinus albus L.*) Kepeği Kullanımı Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Bender, A. B. B., Speroni, C. S., Salvador, P. R., Loureiro, B. B., Lovatto, N. M., Goulart, F. R., et al., 2016. Grape pomace skins and the effects of its inclusion in the technological properties of muffins. *Journal of Culinary Science & Technology*
- Bender, J., Weigel, H. J., 2011, Changes in atmospheric chemistry and crop health: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 31(1), 81-89.
- Beretta, C., Hellweg, 2019, Potential environmental benefits from food waste prevention in the food service sector. *Resources, Conservation and Recycling*, 147, 169-178.
- Bora, P., Ragaee, S. and Abdel-Aal, S.M., 2019, Effect of incorporation of goji berry byproduct on biochemical, physical and sensory properties of selected bakery products, *Food Science and Technology*, 112, 108225.
- Bozdoğan, N., 2015, Glutensiz kek formülasyonlarında hidrokoloid ve diyet lifi kullanımının hamur reolojisi ve kek kalitesi üzerine olan etkilerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi*, İzmir.
- Bräutigam, K. R., Jörissen, J. and Priefer, C., 2014, The extent of food waste generation across EU-27: Different calculation methods and the reliability of their results. *Waste Management & Research*, 32(8), 683-694.

- Britain, E., Brigden, A., Smith, L. D., and Mitchell, P., 2010, The economics of food waste.
- Brown, W.E., Braxton, D. 2000, Dynamics of food breakdown during eating in relation to perceptions of texture and preference: A study on biscuit. *Food Qual. Prefer.*, 11:259-267.
- Buzby, J. C., Hyman, J., 2012, Total and per capita value of food loss in the United States., *Food Policy*, 37(5), 561-570.
- Can, F., 2015, Portakal Kabuğu Tozunun Bisküvi Hamuru Ve Bisküvi Kalitesi Üzerine Etkilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Malatya.
- Chen, H. S., Jai, T. M., 2018, Waste less, enjoy more: forming a messaging campaign and reducing food waste in restaurants. *Journal of Quality Assurance in Hospitality & Tourism*, 19(4), 495-520.
- Chevallier, S., Colonna, P., Lourdin, D. 2000, Contribution of major ingredients during baking 410 of biscuit dough systems, *Journal of Cereal Science*, 31:241-252.
- Conrad, Z., Niles, M. T., Neher, D. A., Roy, E. D., Jahns, L., 2018, Relationship between food waste, diet quality, and environmental sustainability. *PLOS ONE*, 13(4), e0195405.1-18.
- Çam, M., 2009, Basınçlı Solvent Ekstraktörü Kullanılarak Nar Kabuğu ve Çekirdeğinin Antioksidan Bileşimlerinin Su ile Ekstraksiyonu, Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Çapçı T., Şayan, Y., Alçiçek A., 1995, Kurutulmuş ve Silolanmış Domates Posasının Yem Değeri Üzerinde Bir Araştırma. *E.Ü.Z.F. Dergisi*, 32(3),119-126.
- Çevik, A., 2023, Gıda Endüstrisi Yan Ürünleri Ve Atıklarının Ekmek Ve Makarnanın Fonksiyonel Özelliklerinin Geliştirilmesinde Kullanımı, Doktora Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Çiftçi, S., 2018, Yağı azaltılmış bisküvi üretimi (Master's thesis, Uludağ Üniversitesi). 114
- Damjanovi, M. and Barton, M., 2008, Fat Intake and Cardiovascular Response, *Current hypertension reports*, 10(1), 25-31.
- Çınar, A.T., 2018, Kızılötesi-mikrodalga kombinasyonlu fırında pişirilmek üzere hazırlanan yer bademi unu içeren glutensiz bisküvi hamurlarının reolojik özellikleri ve bisküvilerin kalite özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Çoksever, E., 2009, Farklı oranlarda turunc albedosu ilavesinin sucuk kalitesi üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri*, 99s, Konya.
- de Moraes Crizel, T., Jablonski, A., de Oliveira Rios, A., Rech, R., & Flôres, S. H., 2013, Dietary fiber from orange byproducts as a potential fat replacer. *LWT-Food Science and Technology*, 53(1), 9-14. doi: 10.1016/j.lwt.2013.02.002.
- Demirel, H., 2017, Farklı turuçgillerden elde edilen albedoların bisküvi üretiminde kullanım imkanları, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Despoudi, S., 2021, Challenges in reducing food losses at producers' level: The case of Greek agricultural supply chain producers, *Industrial Marketing Management*, 93, 520-532. Doi:10.1016/j.indmarman.2020.09.022.
- Deveci, E. Ü., 2008, Portakal Atıklarından *Aspergillus niger* Filamentli Fungusu Kullanılarak Sitrik Asit Üretiminde Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, *Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Mersin.
- Dinnella, C., Recchia, A., Fia, G., Bertucciolo, M., Monteleone, E., 2009, Saliva characteristics and individual sensitivity to phenolic astringent stimuli. *Chemical Senses*, 34, 295–304.

- Doğan, İ. S., 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.
- Dou, Z., Toth, J. D., 2021, Global primary data on consumer food waste: Rate and characteristics—A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 168, 105332. doi:10.1016/j.resconrec.2020.105332.
- Economos, C., Clay, W., 2012, Nutritional and health benefits of citrus fruits, *Food and Agriculture Organization*, Available online: <http://ftp.fao.org/docrep/fao/X2650T/X2650t03.pdf>.
- Elaltunkara, Z., 2018, Nar çekirdeği ve nar kabuğu tozunun probiyotik yoğurt üretiminde prebiyotik olarak kullanım olanaklarının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, sayfa 71, Şanlıurfa.
- Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli, N., 2007, Tahıl Ürünleri Teknolojisi, S. Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, sayfa 188, Konya.
- European Environment Agency, 2016.. <https://www.eea.europa.eu/signals/signals2012/close-ups/food-waste> “Food Waste”. Erişim Tarihi: 20.11.2022.
- Eyiz, V., 2019, Yenilebilir Filmlerin Meyve ve Tahıl Barlarının Fiziksel Kimyasal ve Duyusal Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Fadavi, A., Barzegar, M., Azizi, M.H., Bayat, M., 2005, Physicochemical composition of ten pomegranate cultivars (*Punica granatum L.*) grown in Iran, *Food Science and Technology International*, 11,113-119.
- FAO, 2011. <https://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/flw-data> “Food Loss and Food Waste”. Erişim Tarihi: 08.11.2022.
- FAO, 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations Production Statistics, <http://www.fao.org>.
- FAO, 2018. <https://www.fao.org/save-food/tr/>. “Save Food: Global: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction”. Erişim Tarihi: 17.11.2022
- FAO, 2020. Türkiye’nin Gıda Kayıpları ve İsrafının Önlenmesi Azaltılması ve Yönetimine İlişkin Ulusal Strateji Belgesi ve Eylem Planı. Ankara..
- Fawole, O.A., Makunga, N.P., Opara, U.L., 2012, Antibacterial, antioxidant and tyrosinase-inhibition activities of pomegranate fruit peel methanolic extract, *Complementary and Alternative Medicine*, 12, 200-211.
- Fischer, U.A., Carle, R., Kammerer, D.R., 2011, Identification and quantification of phenolic compounds from pomegranate (*Punica granatum L.*) peel, mesocarp, aril flavonols and flavones changes in pomegranate and differently produced juices by HPLC DAD-ESI/MSn, *Food Chemistry*, 127: 807-821
- Fondevila M., Guada, J.A., Gasa, J., Castrillo C., 1994, Tomato Pomace as a Protein Supplement for Growing Lambs. *Nutr. Abstr. And Rev.* 64(6),2951.
- Fondroy, E.B., White, P.J. and Prusa, K.J., 1989, Physical and sensory evaluation of lean white cakes containing substituted fluffy cellulose, *Cereal Chemistry*, 66:402-404.
- Francis, F.J., 1998, Biscuit and Cracker Technology, In Wiley Encyclopedia of Food Science and Technology Second Edition, Wiley-Interscience, 183-190.
- Garcia, Y. D., Valles, B. S., Lobo, A. P., 2009, Phenolic and Antioxidant Composition of By-Products from the Cider Industry: Apple Pomace. *Food Chemistry*, 117(4), 731– 738.

- Garcia-Herrero, I., Hoehn, D., Margallo, M., Laso, J., Bala, A., Batlle-Bayer, L., Aldaco, R., 2018, On the estimation of potential food waste reduction to support sustainable production and consumption policies. *Food Policy*, 80, 24- 38.
- Ghasemia, K., Ghasemia, Y., Ebrahimzadeh, M.A., 2009, Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of 13 citrus species peels and tissues, *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 22 (3), 277-281.
- Gil, M.I., Tomás Barberán, F.A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D.M., Kader, A.A., 2000, Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 4581-4589.
- Gooch, M., Felfel, A. and Marenick, N., 2010, Food waste in Canada: Opportunities to increase the competitiveness of Canada's agri-food sector, while simultaneously improving the environment. *Value Chain Management Centre*, November, 1-16.
- Gorinstein, S., Martin-Belloso, O., Yong-Seo, P., Ratiporn, H., Antonin, L., Milan, C., Abraham, C., Imanuel, L., Simon, T., 2001, "Comparison of Some Biochemical Characteristics of Different Citrus Fruits". *Food Chemistry*, 74, 309-315.
- Gözlekçi, Ş., Saraçoğlu, O., Onursal, E., Özgen, M., 2011. Total Phenolic Distribution of Juice, Peel, and Seed Extract of Four Pomegranate Cultivars. *Pharmacognosy Magazine*, 7:161-164.
- Grasso, S., Liu, S., Methven, L., 2020, Kalitesi Zenginleştirilmiş Muffinler Zekâ Hîleri Dönüştürülmüş Yağdan Arındırılmış Ayçiçeği Çekirdeği, *LWT-Gıda Bilimi ve Teknolojisi*, 119, 108893.
- Grizzetti, B., Pretato, U., Lassaletta, L., Billen, G., Garnier, J., 2013, The contribution of food waste to global and European nitrogen pollution, *Environmental Science & Policy*, 33, 186-195.
- Grove, P., Grove, C., 2008, Curry, Spice and All Things Nice The What, Where and When. Grove Publications, Surrey, UK <http://www.menumagazine.co.uk/book/azpomegranate.htm>.
- GTHB, 2014, Turunçgil, zeytin incir ve diğer subtropik meyveler araştırmaları çalışma gurubu, www.tarim.gov.tr.
- Guo, C., Yang, J., Wei, J., Li, Y., Xu, J., Jiang, Y., 2003, Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutrition Research*, 23(12), 1719-1726.
- Gündoğdu, M., Hüdai Yılmaz, H. 2013, Bazı Standart Nar (*Punica granatum L.*) Çeşitleri ve Genotiplerine Ait Meyvelerin C Vitamini, Şeker ve Besin Elementleri İçeriklerinin Belirlenmesi, *Yyü Tar Bil Derg*, 23(3), 242-248.
- Günkaya, Z., Demirel, R., Banar M., 2016, Portakal Kabuğu Atıklarından Üretilen Biyokompozit Ambalaj Filminin Aflatoksinlere Karşı Etkisinin İncelenmesi, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 22(6): 513- 519.
- Güzel, M., Akpınar, Ö., 2017, Turunçgil kabuklarının biyoaktif bileşenleri ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7 (2), 153-167, <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gumusfenbil/issue/30393/277952>.
- HadiNezhad, M., Butler, F., 2010, Effect of flour type and baking temperature on cake dynamic height profile measurements during baking, *Food Bioprocess Technology*, 594-602.
- Hasnaoui, N., Wathélet, B., Jiménez Araujo, A., 2014, Valorization of pomegranate peel from 12 cultivars: dietary fibre composition, antioxidant capacity and functional properties, *Food Chemistry*, 160, 196–203.

- Hayta, M., ÜÇÖK, G., Aslan, H., Şeker, İ., 2014. Effect of Grape (*Vitis Vinifera* L.) Pomace on the Quality, Total Phenolic Content and Anti-Radical Activity of Bread: Grape Pomace Added Bread. *Journal of Food Processing and Preservation*.
- Hitha, C.S., Hima, C.S., Yogesh, B.J., Bharathi, S., Sekar, K.V., 2014, Microbial Utilization Of Dairy Waste For Lactic Acid Production By Immobilized Bacterial Isolates On Sodium Alginate Beads,. *International Journal Of Pure & Applied Bioscience*, 2, 55–60.
- Hossain, A. B., Fazlily, A. R., 2010, Creation of Alternative Energy by Bio-ethanol Production from Pineapple Waste and the Usage of its Properties for Engine, *African Journal of Microbiology Research*, 4, 813–819.
- Iftikhar, M., S. W., Naveed ul Haq, S.N. M., Safa, A., Najeeb, U. T., Shams Ur R., 2019, Utilization of Citrus Plant Waste (Peel) for the Development of Food Product, *Pure and Applied Biology*, 8(3): 1991-1998.
- Ismail, T., Akhtar, R., Riaz, M., Ismail, A., 2014, Effect of pomegranate peel supplementation on nutritional, organoleptic and stability properties of cookies, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 65(6), 661-6. <http://dx.doi.org/10.3109/09637486.2014.908170>.
- Ismail, T., Sestili, P., Akhtar, S., 2012, Pomegranate peel and fruit extracts: a review of potential anti-inflammatory and anti-infective effects, *Journal of Ethnopharmacology*, 143, 397–405.
- Joardder, M. U. H., Masud, M. H., 2019, Causes of Food Waste. Food Preservation in Developing Countries: Challenges and Solutions, 27– 55. doi:10.1007/978-3-030-11530-2_2.
- Kaderides, K., Kyriakoudi, A., Mourtzinou, I., Goula, A. M., 2021, Potential of pomegranate peel extract as a natural additive in foods, *Trends in Food Science & Technology*, 115, 380-390.
- Kallithraka, S., Bakker, J., Clifford, M.N., Vallis, L., 2001, Correlation between saliva protein composition and some T-I parameters of astringency, *Food Quality and Preference*, 12: 145–152.
- Kamran Khan, M., Abert Vian, M., Fabiano, T., Dangles, O., Chemat, F., 2010, Ultrasound-assisted extraction of polyphenols (flavanone glycosides) from orange (*Citrus sinensis* L.) peel, *Food Chemistry*, 119, 851–858.
- Kanatt, S.R., Chander, R., Sharma, A., 2010, Antioxidant and antimicrobial activity of pomegranate peel extract improve shelf life of chicken products. *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 216–222.
- Kantor, L. S., Lipton, K., Manchester, A., & Oliveira, V., 1997, Estimating and addressing America's food losses. *Food Review/National Food Review*, 20(1482-2016-121447), 2-12.
- Karaduman, Y., 2013, Seçilmiş yumuşak ekmeklik buğday hatlarında bisküvilik kalite özelliklerinin araştırılması, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Kılıç, O. Ö., Ayhan V., 2002, Kurutulmuş Domates ve Elma Posalarının Bildirgin Rasyonlarında Kullanım Olanakları, *Hayvansal Üretim*, 43(2), 35-43.
- Kılınç Ş. S., Bekar, A., 2018, Küresel Bir Sorun Gıda Atıkları, Otel İşletmelerindeki Boyutları, *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 6(4), 1039-1061.
- 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 G., Uzmay, A., 2019, The economic effects of food wastage on food security in the World and in Turkey, *2nd International Congress on agricultural and food ethics*. Izmir, Turkey.
- Kodal, S.P., 2016, Narenciye Atıklarından Gıda Katkı Maddesi Üretiminin Mikrobiyal Üretim ile Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Koyuncu, B., 2021, Bisküvi Ve Kek Üretiminde Farklı Prosesler İle Kurutulmuş Hünnap Meyvelerinin Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Köse, M.D, Bayraktar, O., 2018, Valorization of Citrus Peel Waste, *Natural Volatiles & Essential Oils*, 5(2): 10-18
- Kronberga, M., Gedrovica, I. and Kârklina, D., 2013, The influence of Jerusalem artichoke as nutrition value increaser on microbiological parameters of confectionery products, *2nd International Conference on Nutrition and Food Sciences*, 53-4, 16-23.
- Kumar, D., Desai, K., 2011, Pollution abatement in milk dairy industry. *Journal of Current Pharma Research*, 1(2), 145.
- Kurhade, A., Patil, S., Sonawane, S.K., Waghmare, J.S. and Arya, S.S., 2016, Effect of banana peel powder on bioactive constituents and microstructural quality of chapatti: unleavened Indian flat bread, *Journal of Food Measurement and Characterization*, Vol. 10 No. 1, pp. 32-41, doi: 10.1007/s11694-015-9273-0.
- Kurowska, E.M., Spence, J.D., Jordan, J., Wetmore, S., Freeman, D.J., Piché, L.A., Serratore, P., 2000, HDL-cholesterol-raising effect of orange juice in subjects with hypercholesterolemia, *Am. J. Clin. Nutr.* 72, 1095–1100.
- Kurt, H., Şahin, G., 2013, Bir Ziraat Coğrafyası Çalışması: Türkiye’de Nar (*Punica granatum L.*) Tarimi, *Marmara Coğrafya Dergisi*, (27), 551-574.
- Labib F., and Hossin, A., 2009, Effect Of Pomegranate (*Punica Granatum L.*) Peels And It’s Extract on Obese Hypercholesterolemic Rats., *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(8), 1251- 1257.
- Lagha - Benamrouche, S., Madani, K., 2013, Phenolic contents and antioxidant activity of orange varieties (*Citrus sinensis L.* and *Citrus aurantium L.*) cultivated in Algeria, Peels and leaves, *Industrial Crops and Products*, 50, 723– 730.
- Lee, J. H., Yoon, M. S., Bok, J. H., An, H. K., Woo, H. S. and Lee, J. J., 2011, 제과제빵학원론. 지구문화사. 서울., 244-245, 249-251
- Lee, K. S., 2010, 최신 제과제빵론, 비앤씨월드. 서울, 154
- Li, B.B., Smith, B., Hossain, M.M., 2006, Extraction of phenolics from citrus peels. Solvent extraction method, *Separation and Purification Technology*, 48, 182–188.
- Marmolejo, L.F., Diaz, L.F., Torres, P., Garcia, M., 2012, Perspectives For Sustainable Resource Recovery From Municipal Solid Waste In Developing Countries, Applications And Alternatives, Rebellon, L.F.M., Wast Management An Integrated Vision, 153-166, Intech, Croatia.
- Masoodi, F. A., Chauhan, G. S., 1998, Use of Apple Pomace as a Source of Dietary Fiber in Wheat Bread. *Journal of Food Processing and Preservation*, 22(4), 255-263.
- Masoodi, F. A., Sharma, B., Chauhan, G. S., 2002, Use of apple pomace as a source of dietary fiber in cakes, *Plant Foods for Human Nutrition*, vol. 57, pp. 121–128.
- Mehta, D., Prasad, P., Sangwan, R. S., Yadav, S. K., 2018, Tomato processing byproduct valorization in bread and muffin: Improvement in physicochemical

- properties and shelf life stability. *Journal of food science and technology*, 55(7), 2560-2568. doi:10.1007/s13197-018-3176-0
- Melgarejo, P., Artes, F., 2000, Organic acids and sugars composition of harvested pomegranate fruits, *European Food Research and Technology*, 211(3), 185-190.
- Mercan, N., Boyacıoğlu, M. H, Boyacıoğlu, D., 1998, Kek kalitesi üzerine bazı emülgatörlerin etkilerinin araştırılması, *Dünya Gıda Dergisi*, 57, 75-81.
- Mildner-Szkudlarz, S., Bajerska, J., Zawirska-Wojtasiaka, R., Górecka, D., 2013, White grape pomace as a source of dietary fibre and polyphenols and its effect on physical and nutraceutical characteristics of wheat biscuits, *Journal of Science and Food Agriculture*, 93: 389-395.
- Mirab, B., Gavligi, H., Asrteshnizi, R. A., Azizi, M. H., Udenigwe, C. C., 2020. Production of low glycemic potential sponge cake by pomegranate peel extract (PPE) as natural enriched polyphenol extract: Textural, color and consumer acceptability. *LWT Food Science and Technology*, 134, 109973.
- Mirabella N., Castellani V., Sala, S., 2014, Current options for the valorization of food manufacturing waste: a review, *Journal of Cleaner Production*, 65 28–41, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.051>.
- Mohammad, S.M., Kashani, H.H., 2012, Chemical composition of the plant *Punica granatum* L and its effect on heart and cancer, *Journal of Medicinal Plants Research*, 6 (40), 5306-5310.
- Munesue, Y., Masui, T., and Fushima, T., 2015, The effects of reducing food losses and food waste on global food insecurity, natural resources, and greenhouse gas emissions, *Environmental Economics and Policy Studies*, 17(1), 43-77.
- Nakov, G., Brandolini, A., Hidalgo, A., Vasileva, N., Stamatovska, V., Dimov, I., 2020. Effect of grape pomace powder addition on chemical, nutritional and technological properties of cakes. *LWT- Food Science and Technology*. 134
- Nascimento, E. de A., Melo, E. de A., & Lima, V. L. A. G. de., 2017, Ice Cream with Functional Potential Added Grape Agro-Industrial Waste, *Journal of Culinary Science & Technology*, 16(2), 128– 148. doi:10.1080/15428052.2017.1363107.
- Nassar, A.G., AbdEl-Hamied, A.A. and El-Naggar, E.A., 2008, Effect of citrus byproducts flour incorporation on chemical, rheological and organoleptic characteristics of biscuits, *World Journal of Agricultural Sciences*, 4 (5), 612-616.
- Naveena, B.M., Sen, A.R., Vaithiyanathan, S., Babji, Y., Kondaiah, N., 2008, Comparative efficacy of pomegranate juice, pomegranate rind powder extract and BHT as antioxidants in cooked chicken patties. *Meat Science*, 80, 1304–1308.
- Nishinari, K., Kohyama, K., Kumagai, H., Funami, T., Bourne, M. C., 2013, Parameters of texture profile analysis, *Food Science and Technology Research*, 19(3), 519-521.
- Noğay, O., 2014, Farklı yöntemlerle elde edilen nar çekirdek tozlarının muffin kek kalite özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli.
- Obafaye, R. O., Omoba, O. S., 2018, Orange peel flour: A potential source of antioxidant and dietary fiber in pearl-millet biscuit. *Journal of Food Biochemistry*, 42(4), e12523. doi:10.1111/jfbc.12523.
- Ocen, D., Xu, X., 2013, Effect of Citrus Orange (*Citrus sinensis*) By-product Dietary Fiber Preparations on the Quality Characteristics of Frozen Dough Bread, *American Journal of Food Technology*, 8.
- Ojha S., Raghavendra, G., Acharya, S. K., 2012, Fabrication and study of mechanical properties of orange peel reinforced polymer composite, *Cellulose*, 13, 0-6.

- Olçay, N. Ve Demir, M.K., 2020, The usage possibilities of kumquat fruit dried by different techniques in the production of biscuits, *Electronic letters on science & engineering*, 16(2):108-120
- Olçay, N., 2019, Farklı teknikler ile kurutulmuş kamkat meyvesinin, bisküvi ve kek üretiminde kullanım imkânları, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Özay, G., Pala, M. ve Saygı, B., 1993, Bazı gıdaların su aktivitesi yönünden incelenmesi, *Gıda*, 18 (6), 377-383.
- Özdemir, E., Görgüç, A., Gençdağ, E., Yılmaz, F., 2021, Püskürtmeli Kurutma ve Dondurarak Kurutma Yöntemlerinin Temelleri ve Bu Yöntemler ile Gıda Atıklarından Toz Ürünlerin Üretimi, *Gıda* , 46(3) , 583-607, DOI: 10.15237/gıda.GD21009.
- Özdemir, H., Soyer, A., Tağı, Ş., Turan, M., 2014, Nar kabuğu ekstraktının antimikrobiyel ve antioksidan aktivitesinin köfte kalitesine etkisi, *Gıda*, 39(6): 355-362.
- Özgen, M., Serçe, S., Durgaç, C., Kaya, C., 2008, Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in Mediterranean region of Turkey. *Food Chemistry*, 111, 703-706.
- Özkaya, H., Seçkin, R., Ercan, R., 1984, Bazı bisküvi çeşitlerinin kimyasal özellikleri ile mineral ve vitamin içerikleri üzerinde araştırmalar, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı* 9(5), 245-251.
- Pande, G., Akoh, C.C., 2009, Antioxidant Capacity and Lipid Characterization of Six Georgia-Grown Pomegranate Cultivars, *J. Agric. Food Chem.*, 57(20), 9427–9436.
- Park, Y.S., Shin, S. and Shin, G.M., 2008, Quality characteristics of pound cake prepared with mandarin powder, *Korean Journal of Food Preservation*, 15 (5), 662-668.
- Pasqualone, A., Bianco, A.M., Paradiso, V.M., Summo, C., Gambacorta, G., Caponio, F., 2014, Physico-chemical, sensory and volatile profiles of biscuits enriched with grape marc extract. *Food Res. Int.* 65 (Part C), 385e393.
- Perez-Pirotto, C., Gemma, M., Quiles, A., Hernando, I., Cozzano, S., Arcia, P., 2022. Techno functional characterization of green-extracted soluble fibre from orange by-product. *LWT*. 166. 113765.
- Poyrazoğlu, E., Gökmen, V., Artık, N., 2002, Organic acids and phenolic compounds in pomegranates (*Punica granatum L.*) grown in Turkey, *Journal of Food Composition and Analysis*, 15(5), 567-575.
- Pyler, E.J. 1988, Baking science technology, Volume 1 (2nd ed.), Sosland Publishing Company, Kansas, 413-500.
- Qu, W., Breksa, li., A.P., Pan, Z., Ma, H., Mchugh, T.H., 2012, Storage stability of sterilized liquid extracts from pomegranate peel, *Journal of Food Science*, 77, 765–772.
- Rajan, S., Mahalakshmi, S., Deepa, V.M., Sathya, K., Shajitha, S., Thirunalasundari, T. 2011, Antioxidant potentials of Punica granatum fruit rind extracts, *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 3(3), 82-88.
- Ranjha, M. M. A. N., Amjad, S., Ashraf, S., Khawar, L., Safdar, M. N., Jabbar, S., Nadeem M., Mahmooda S., Murtaza, M. A., 2020, Extraction of polyphenols from apple and pomegranate peels employing different extraction techniques for the development of functional date bars. *International Journal of Fruit Science*, 20(sup3), S1201-S1221. doi:10.1080/15538362.2020.1782804.

- ReFED, A., 2016, A roadmap to reduce US food waste by 20 percent. Rockefeller Foundation: New York, NY, USA
- Reynolds, C. J., Miroso, M., Clothier, B., 2016, New zealand's food waste: estimating the tonnes, value, calories and resources wasted. *Agriculture*, 6(1), 9.
- Riedl, J., Linseisen, J., Hoffmann, J., Wolfram, G., 1999, Some dietary fibers reduce the absorption of carotenoids in women, *J. Nutr*, 129, 2170-2176.
- Rock, C.L., Swendseid, M.E., 1992, Plasma beta-carotene response in humans after meals supplemented with dietary pectin, *Am. J. Clin. Nutr*, 55, 96-99.
- Rohini, C., Geetha, P. S., Vijayalakshmi, R., Mini, M. L., Pasupathi, E., 2020, Global effects of food waste, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(2), 690-699.
- Rupasinghe, H. P. V., Wang, L. X., Huber, G. M., Pitts, N. L., 2008, Effect of Baking on Dietary Fibre and Phenolics of Muffins Incorporated with Apple Skin Powder, *Food Chemistry*, 107(3), 1217–1224.
- Sabater, C., Ruiz, L., Delgado, S., Ruas-Madiedo, P., Margolles, A., 2020, Valorization of vegetable food waste and by-products through fermentation processes. *Frontiers in microbiology*, 2604.doi.org/10.3389/fmicb.2020.581997
- Samiha, A.A., 2015, Chemical, physical and sensory properties of sweet potato cake, *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 93 (1), 101-115.
- Schubert, S.Y., Lansky, E.P., Neeman, I., 1999, Antioxidant and eicosanoid enzyme inhibition properties of pomegranate seed oil and fermented juice flavonoids, *Journal of Ethnopharmacology*, 66,11-17.
- Sharma, G., Prakash, D., Gupta, C., Prakash, D., Sharma, G., 2014, Phytochemicals of nutraceutical importance: do they defend against diseases Phytochemicals of nutraceutical importance, G. USA CAB International, MA, 1-20.
- Sharma, K., Alkesh, Kaushal, B., 2006, Evaluation of apple cultivars for dehydration.
- Sharma, P., Gaur, V.K., Kim, S., Pandey, A., 2020, Microbial strategies for biotransforming food waste into resources, *Bioresource Technology*, 299, 122580.
- Sharoba, A. M., Farrag, M. A., El-Salam, A., 2013, Utilization of some fruits and vegetables wastes as a source of dietary fibers in cake making, *Journal of Food and Dairy Sciences*, 4(9), 433-453. doi:10.21608/JFDS.2013.72084
- Smith, I.N., Yu, J., 2015, Nutritional and sensory quality of bread containing different quantities of grape pomace from different grape cultivars, *EC Nutrition*, 2, 291–301.
- Sogi, D. S., Sidhu, J. S., Arora, M. S., Garg, S. K., Bawa, A. S., 2002, Effect of Tomato Seed Meal Supplementation on the Dough and Bread Characteristics of Wheat (PBW 343) Flour, *International Journal of Food Properties*, 5(3), 563-571.
- Sood, A., Gupta, M., 2015, Extraction process optimization for bioactive compounds in pomegranate peel, *Food Bioscience*, 12: 100-106.
- Squires, W., Naber, E. C., Toelle, V. D., 1992, The Effect of Heat, Water, Acid and Alkali Treatment of Tomato Canner Wastes on Growth, Metabolizable Energy Value and Nitrogen Utilization of Broiler Chicks, *Poultry Sci.* 71(3), 522-529.
- Sudha, M. L., Baskaran, V., Leelavathi, K., 2007, Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making, *Food chemistry*, 104(2), 686-692.doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.12.016
- Sudha, M.L., Vetrimani, K., Leevathi, K., 2007, Farklı tahıllardan elde edilen lifin buğday unu hamurunun reolojik özellikleri ve bisküvi kalitesinde üzerindeki etkisi, *Gıda Kimyası*, 100(4), 1365-1370. doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.013.

- Swain, M.R., Ray, R.C., 2008, Optimization of Cultural Conditions and Their Statistical Interpretation for Production of Indole-3-Acetic Acid by *Bacillus Subtilis* CM5 Using Cassava Fibrous Residue, *Journal of Scientific & Industrial Research*, 67, 622-628.
- Syed, D.N., Chamcheu, J.C., Adhami, M.V., Mukhtar, H., 2013, Pomegranate extracts and cancer prevention: molecular and cellular activities, *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*, 13, 1149–1161.
- Szczesniak, A.S., 1963, Classification of textural characteristics. *Journal of Food Science*, 28, 385-389
- Şimşek, M., Gülsoy, E., 2017, Güneydoğu anadolu bölgesinin nar (*punica granatum L.*) potansiyeli konusunda bir araştırma, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 31-41.
- Tağı, Ş., 2010, Nar Suyu Üretim Aşamalarında Antimikrobiyel Aktivite ve Fenolik Madde Miktarındaki Değişimler, Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, Ankara Üniversitesi.
- Taraseviciene, I., Cechoviciene, I., Jukniute, K., Slepeliene, A. and Paulauskiene, A., 2020, Qualitative properties of cookies enriched with berries pomace, *Food Science and Technology*, 41 (2), 474-481.
- Taş, E. ve Ayhan, Z., 2006, Gıda-plastik ambalaj sistemlerinde geçirgenlik ve geçirgenliği etkileyen faktörler, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs. Bolu, 53-56.
- Tezcan, F., Gültekin Özgüven, M., Diken, T., Özçelik, B., Erim, F.B., 2009, Antioxidant activity and total phenolic, organic acid and sugar content in commercial pomegranate juices, *Food Chemistry*, 115(3), 873-877.
- Topkaya, C., 2017, Nar Kabuğu Tozu İlavesinin Keklerin Besinsel, Duyusal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi, Pamukkale Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, , Denizli, 60s.
- Torbica, A., Skrobot, D., Hajnal, E. J., Belovic, M., Zhang, N., 2019, Sensory and physico-chemical properties of wholegrain wheat bread prepared with selected food by-products, *LWT - Food Science and Technology* 114 – 108414.
- TSKB, 2018. “Sürdürülebilir Yaşam”. <http://www.cevreciyiz.com/makaledetay/1315/2030da-dunyada-2-milyar-ton-gida-cope-gidecek> Erişim Tarihi: 28.11.2022
- Turğay, Ü., 2023, Biyoaktif Bileşiklerle Zenginleştirilmiş Glutensiz Kek Üretimi Ve Fonksiyonel Özelliklerinin Saptanması, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
- TÜİK, 2017, <http://www.tuik.gov.tr>.
- TÜİK, 2020, <http://www.tuik.gov.tr>.
- TÜİK, 2021, <http://www.tuik.gov.tr>.
- Türkiye Cumhuriyeti Ticaret Bakanlığı, 2018. “Türkiye İsrar Raporu-2018”. <https://tuketici.ticaret.gov.tr/yayinlar/raporlar/turkiye-israf-raporu-2018> Erişim Tarihi: 19.11.2022.
- Ulutürk, Ş., 2018, İncir çekirdeği unu kullanılarak glutenli ve glutensiz bisküvi üretimi, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta.
- Uysal, H. L., 2005, Farklı kaynaklardan elde edilen besinsel liflerin bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Ünal, Ç., Velioğlu, S., Cemeroğlu, B. 1995, Türk Nar Sularının Bileşim Öğeleri, *Gıda*, 20(6), 339-345.

- Ünal, S.S., 1991, Hububat Teknolojisi, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, 29.
- Ververis, C., Georghiou, K., Danielidis D., Hatzinikolaou, D.G., Santas, P., Santas, R., Corleti, V., 2007, Cellulose, Hemicelluloses, Lignin and Ash Content of Some Organic Materials and Their Suitability for Use as Paper Pulp Supplements, *Bioresource Technology*, 98(2), 296-301.
- Vilariño, M. V., Franco, C., Quarrington, C., 2017, Food loss and waste reduction as an integral part of a circular economy, *Frontiers in environmental science*, 5, 21
- Viuda Martos, M., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J.A., 2010, Pomegranate and its many functional components as related to human health, a review Comprehensive Reviews in *Food Science and Food Safety*, 9 (6): 635-654.
- Wang, H., Wang, L., 2017, Developing a bio-based packaging film from soya byproducts incorporated with valonea tannin. *J Clean Product*. 143, 624-633, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.12.064.
- Xu, Q; Chen, LL; Ruan, X; Chen, D; Zhu, A; Chen, C; Bertrand, D; Jiao, WB; Hao, BH; Lyon, MP; Chen, J; Gao, S; Xing, F; Lan, H; Chang, JW; Ge, X; Lei, Y; Hu, Q; Miao, Y; Wang, L; Xiao, S; Biswas, MK; Zeng, W; Guo, F; Cao, H; Yang, X; Xu, XW; Cheng, YJ; Xu, J; Liu, JH; Luo, OJ; Tang, Z; Guo, WW; Kuang, H; Zhang, HY; Roose, ML; Nagarajan, N; Deng, XX; Ruan, Y, 2013, The draft genome of sweet orange (*Citrus sinensis*), *Nature Genetics*. 45 (1): 59-66. doi:10.1038/ng.2472 PMID 23179022.
- Yannakopoulos A. L., Chiristaki, E.V., 1992, Effect of Loccaly Produced Tomato Meal on the Performance and the Egg Quality of Laying Hens.Nut.Abst. and Rev.Series-B, 062-1954.
- Yılmaz, C., 2005, Nar Hasad Yayıncılık, İstanbul, Türkiye, ISBN 978-975-8377-52-2.
- Yılmaz, E., 2002, Turunçgil Meyvelerinin İnsan Sağlığına Etkileri, Gıda Mühendisliği Dergisi, 13: 47-52.
- Yılmaz, İ., 2005, Yaş meyve ve sebze pazarlamasında toptancı hal sistemi, sorunlar ve çözüm önerileri çerçeve rapor, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Antalya.
- Yi, T., Huang, X., Pan, S., Wang, L., 2014, Physicochemical and functional properties of micronized jincheng orange by-products (*Citrus sinensis Osbeck*) dietary fiber and its application as a fat replacer in yogurt, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 65(5), 565- 572. doi:10.3109/09637486.2014.898252.
- Youssef, H.M.K.E. and Mousa, R.M.A., 2012, Nutritional assessment of wheat biscuits and fortified wheat biscuits with citrus peels powders, *Food and Public Health*, 2 (1), 55-60.
- Yücel, M., Ekmekçiler, Ü.S., 2008, Çevre Dostu Ürün Kavramına Bütünsel Yaklaşım; Temiz Üretim Sistemi, EkoEtiket, Yeşil Pazarlama, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, C.7, S.26, 320-333.