

T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARNABAHAR UNUNUN GLUTENSİZ KEK
ÜRETİMİNDE KULLANIM İMKÂNININ
ARAŞTIRILMASI

Tezi Hazırlayan
Menşure METUÇİN

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Kâmil Emre GERÇEKASLAN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Ağustos 2022
NEVŞEHİR

T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KARNABAHAAR UNUNUN GLUTENSİZ KEK
ÜRETİMİNDE KULLANIM İMKÂNININ
ARAŞTIRILMASI**

Tezi Hazırlayan
Menşure METUÇİN

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Kâmil Emre GERÇEKASLAN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Ağustos 2022
NEVŞEHİR

Doç. Dr. Kâmil Emre GERÇEKASLAN danışmanlığında Menşure METUÇİN tarafından hazırlanan " **Karnabahar Ununun Glutensiz Kek Üretiminde Kullanım İmkânlarının Araştırılması**" başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

16/08/2022

JÜRİ

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Ezgi DEMİR ÖZER

Üye : Doç. Dr. Kemal ŞEN

Üye : Doç. Dr. Kâmil Emre GERÇEKASLAN

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun.....tarih ve..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

.../.../20..

Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİM

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

İMZA

Menşure METUÇİN



TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam sűresince bilgi ve tecrűbeleri ile yol gűsteren, samimiyeti ve manevi desteęi ile her zaman yanımda olan deęerli hocam Doç. Dr. Kâmil Emre GERÇEKASLAN'a,

Ayrıca çalıőmalarım sűresince yardımlarını esirgemeyen çok değerli hocalarım Prof. Dr. Nesimi AKTAŐ ve Doç. Dr. Kemal ŐEN'e,

Bana karŐı gűstermiŐ oldukları hoŐgűrű ve destekten dolayı sevgili arkadaşlarım Sezer KARAOęLAN, Tuęba HALEZEROęLU DURMUŐ ve Őzge ERGŪL'e

Hayatımın her alanında sevgilerini, desteklerini her zaman hissettięim merhum babam Turgut METUÇİN, annem Fatma METUÇİN ve aęabeyim Yusuf METUÇİN'e bana karŐı gűsterdikleri sabır ve destek için tűm kalbimle sonsuz teŐekkűr eder sevgilerimi sunarım.

KARNABAHAAR UNUNUN GLUTENSİZ KEK ÜRETİMİNDE KULLANIM İMKÂNININ ARAŞTIRILMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Menşure METUÇİN

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ağustos 2022

Bu çalışmada karnabahar ununun kek üretiminde kullanım imkânları araştırılmıştır. Bu amaçla karnabaharlar liyofilizasyon işlemine tabi tutularak un hale getirilmiş ve elde edilen un %2,5, %5, %10 ve %15 oranlarında pirinç unu ile yer değiştirilerek üretilen glutensiz keklerde fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyu analizler gerçekleştirilmiştir. Karnabahar unu ilavesiyle kek örneklerinin hacim, spesifik hacim, pişme kaybı, hacim indeksi değerlerinde azalma görülürken; nem, kül, simetri indeksi ve tekdüzelik indeksi değerlerinde artış tespit edilmiştir. Kek iç rengi ve kabuk renginde artan karnabahar unu oranıyla beraber koyulaşmalar ve kırmızı renge dönmeler gözlemlenmiştir. Keklere karnabahar unu ilavesinin kek iç ve kabuk renginin (+)a* değerini önemli ölçüde ($p<0,05$) artırdığı saptanmıştır. Kullanılan karnabahar unu oranı arttıkça kek kabuk rengi (+)b* değerinde çok önemli miktarda azalma meydana gelmiştir ($p<0,05$). Kek iç rengi (+)b* değerinde ise %5 karnabahar unlu kek oranına kadar artma, %10 ve 15 karnabahar unlu keklerde ise azalma eğilimi gözlemlenmiştir. Kek formülasyonunda kullanılan karnabahar unu oranı arttıkça keklerin sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinde önemli artışlar elde edilmiştir ($p<0,05$). Kohesivlik değerinde önemli bir düşüş gözlemlenmezken ($p>0,05$) elastikiyet ve yapışkanlık değerlerinde ise çok önemli oranda azalma ($p<0,05$) meydana geldiği saptanmıştır. Duyusal analiz sonuçlarına göre neredeyse bütün parametrelerde en yüksek skorları %2,5 karnabahar unu içeren kekler almıştır. Genel bir değerlendirme yapıldığında glutensiz kek üretiminde karnabahar ununun %5 seviyesine kadar kullanılabilmesi ifade edilebilir.

Anahtar kelimeler: Karnabahar Unu, Glutensiz Kek, Tekstür Analizi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Kâmil Emre GERÇEKASLAN

Sayfa Adedi: 57

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF CAULIFLOWER FLOUR USE IN THE PRODUCTION OF GLUTEN-FREE CAKES

(M. Sc. Thesis)

Menşure METUÇİN

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL
OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

August 2022

ABSTRACT

In this study, the possibility of using cauliflower flour in cake production is investigated. For this purpose, cauliflowers were lyophilized and turned into flour, and the final result was added to the cake formulation at the rates of 0%, 2.5%, 5%, 10%, and 15%. Weight, volume, specific volume, baking loss, volume index, symmetry index, uniformity index, crust color, cake core color, hardness, stickiness, flexibility, cohesiveness, gumminess, chewiness, and elasticity values were measured in the cakes produced. With the addition of cauliflower flour, a decrease was observed in cake volume, specific volume, cooking loss, and volume index values, while an increase was observed in moisture, ash, symmetry index, and uniformity index values. Darkening and turning red colors were observed with increasing cauliflower flour ratio in cake inner color and crust color. Along with increasing of cauliflower flour ratio, a very important decrease is observed in the color (+) b* of the cake's outer layer ($p < 0,05$). As for the cake's inside color (+) b* value, in up to 5% cauliflower flour cake an increase, 10% and 15% cauliflower flour cakes a decrease is observed. As the amount of cauliflower flour used in the cake formulation increased, significant increases were obtained in the hardness, gumminess, and chewiness values of the cakes ($p < 0,05$). While no significant decrease was observed in the cohesiveness value ($p > 0,05$), it was determined that there was a very significant decrease in the elasticity and adhesiveness values ($p < 0,05$). According to sensory analysis results, 2.5% cauliflower flour cakes got the highest scores in almost all parameters. Based on these results, it can be stated that cauliflower flour can be used up to 5% in gluten-free cake production.

Keywords: *Cauliflower Flour, Gluten-Free Cake, Texture Analysis*

Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Kâmil Emre GERÇEKASLAN

Page Number: 57



İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
TEZ BİLDİRİM	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vii
TABLOLAR LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	xiv
1.BÖLÜM	
GİRİŞ	1
2.BÖLÜM	
LİTERATÜR ÖZETİ.....	6
3.BÖLÜM	
MATERYAL VE METOD	15
3.1. Materyal	15
3.2. Metod	15
3.2.1. Karnabahar Unu Üretimi.....	15
3.2.2. Glutensiz Kek Üretimi	16
3.2.3. Glutensiz Kek Örneklerinde Yapılan Analizler	17
3.2.3.1. Ağırlık, Hacim ve Spesifik Hacim Analizi	17
3.2.3.2. Pişme Kaybı	17
3.2.3.3. Nem	18
3.2.3.4. Kül.....	18

3.2.3.5.	Hacim, Simetri, Tekdüzelik İndeksleri	18	
3.2.3.6.	Kek Örneklerini Kabuk ve İç Renk Değerleri.....	19	
3.2.3.7.	Tekstür Profil Analizi.....	19	
3.2.3.8.	Duyusal Analiz.....	20	
3.2.3.9.	İstatistik Analizi	21	
4.BÖLÜM			
BULGULAR VE TARTIŞMA			22
4.1.	Kek Örneklerine Ait Ağırlık, Hacim, Spesifik Hacim, Pişme Kaybı Değerleri	22	
4.2.	Kek Örneklerine Ait Nem ve Kül Değerleri	25	
4.3.	Kek Örneklerine Ait Simetri İndeksi, Tekdüzelik İndeksi ve Hacim İndeksi Değerleri.....	27	
4.4.	Kek Örneklerinin Renk Analizi Sonuçları	30	
4.5.	Kek Örneklerinin Tekstür Profili Analiz Sonuçları	36	
4.6.	Kek Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları	42	
5.BÖLÜM			
GENEL SONUÇ VE ÖNERİLER.....			46
KAYNAKLAR			49
ÖZGEÇMİŞ			57

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3. 1.	Çalışmada kullanılan pirinç unu ve karnabahar ununa ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	15
Tablo 3. 2.	Kek hamuru eldesinde işlem basamakları	16
Tablo 3. 3.	Tekstür profil analizi sırasında koşullar	19
Tablo 3. 4.	Duyusal değerlendirme formu.....	20
Tablo 4. 1.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin ağırlık, hacim, spesifik hacim, pişme kaybı değerlerine ait ortalamalar (\pm standart hata)	22
Tablo 4. 2.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin ağırlık, hacim, spesifik hacim, pişme kaybı değerlerinin varyans analiz sonuçları.	23
Tablo 4. 3.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin ağırlık, hacim, spesifik hacim, pişme kaybı değerleri ortalamalarının duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (ortalama \pm standart hata)*	23
Tablo 4. 4.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin nem ve kül analizlerine ait değerlerin sonuç ortalamaları (\pm standart hata).....	25
Tablo 4. 5.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin nem ve kül analizlerine ait değerlerin varyans analiz sonuçları	26
Tablo 4. 6.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin nem ve kül analizlerine ait duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (ortalama \pm standart hata)*	26

Tablo 4. 7.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin hacim indeksi, simetri indeksi ve tekdüzelik indeksine ait değerlerin sonuç ortalamaları (\pm standart hata).....	28
Tablo 4. 8.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin hacim indeksi, simetri indeksi ve tekdüzelik indeksine ait değerlerin varyans analiz sonuçları	28
Tablo 4. 9.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin hacim indeksi, simetri indeksi ve tekdüzelik indeksi analizlerine ait değerlerin karnabahar unu seviyesi değişkenine ait duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (ortalama \pm standart hata)*	29
Tablo 4. 10.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin kabuk ve iç renk (L^* , a^* ve b^*) analizlerine ait sonuç ortalamaları (\pm standart hata).....	30
Tablo 4. 11.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin kabuk rengi (L^* , a^* ve b^*) analizlerine ait değerlerin varyans analiz sonuçları	31
Tablo 4. 12.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin iç renk (L^* , a^* ve b^*) analizlerine ait değerlerin varyans analiz sonuçları	31
Tablo 4. 13.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin kabuk renk (L^* , a^* ve b^*) analizlerine ait değerlerin karnabahar unu seviyesi değişkenine ait duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (ortalama \pm standart hata)*	32
Tablo 4. 14.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin iç renk (L^* , a^* ve b^*) analizlerine ait değerlerin karnabahar unu seviyesi değişkenine ait duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (ortalama \pm standart hata)*	32

Tablo 4. 15.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin sertlik, esneklik, kohesivlik ve sakızimsılık değerlerine ait sonuç ortalamaları (\pm standart hata)	36
Tablo 4. 16.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin çiğnenebilirlik, elastikiyet ve yapışkanlık değerlerine ait sonuç ortalamaları (\pm standart hata)	37
Tablo 4. 17.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin sertlik, esneklik, kohesivlik ve sakızimsılık analizlerine ait değerlerin varyans analiz sonuçları	38
Tablo 4. 18.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin sertlik, esneklik, kohesivlik ve sakızimsılık analizlerine ait değerlerin varyans analiz sonuçları	38
Tablo 4. 19.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin sertlik (N), esneklik, kohesivlik ve sakızimsılık değerlerinin karnabahar unu seviyesi değişkenine ait duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (ortalama \pm standart hata)*	39
Tablo 4. 20.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin çiğnenebilirlik (N), elastikiyet ve yapışkanlık (N.s) değerlerinin karnabahar unu seviyesi değişkenine ait duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (ortalama \pm standart hata)*	39
Tablo 4. 21.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde yapılan duyusal analizlerde kabuk rengi ve görünümü, iç gözenek yapısı, iç rengi, tat ve aroma, koku, yutulabilirlik, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik değerlerine ait sonuçların ortalamaları (\pm standart hata)	42

Tablo 4. 22.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde yapılan duyuşal analizlerden elde edilen kabuk rengi ve görünümu, iç gözenek yapısı, iç rengi, tat ve aroma, koku değerlerine ait varyans analiz sonuçları	42
Tablo 4. 23.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde yapılan duyuşal analizlerden elde edilen yutulabilirlik, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları	43
Tablo 4. 24.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde yapılan duyuşal analizlerde kabuk rengi ve görünümu, iç gözenek yapısı, iç rengi, tat ve aroma, koku değerlerinin karnabahar unu seviyesi değişkenine ait duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (ortalama \pm standart hata)*	43
Tablo 4. 25.	Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde yapılan duyuşal analizlerde yutulabilirlik, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik değerlerinin karnabahar unu seviyesi değişkenine ait duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (ortalama \pm standart hata)*	44

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 4. 1. Glutensiz kek örneklerinin renk değişimleri (soldan sağa doğru %0 glutensiz kek, %2,5 karnabahar unlu glutensiz kek, %5 karnabahar unlu glutensiz kek, %10 karnabahar unlu glutensiz kek, %15 karnabahar unlu glutensiz kek)..... 34



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

+a	:Kırmızı renk değeri
-a	:Yeşil renk değeri
+b	:Sarı renk değeri
-b	:Mavi renk değeri
L	:Açıklık / Koyuluk renk değeri
cm ³	:Santimetreküp
g	:Gram
cm ³ /g	:Santimetreküp/ Gram
mm	:Milimetre
N	:Newton
N.s	:Newton.Saniye
s	:Saniye

1. BÖLÜM

GİRİŞ

Fırın ürünlerinde un dendiğinde akla her zaman öncelikle buğday unu gelmektedir. Diğer tahıl unları ise elde edildiği tahılın adıyla anılmaktadır (mısır unu, pirinç unu, arpa unu, yulaf unu gibi). Buğday ununun fırın ürünlerinde bu denli ön plana çıkmasının en büyük nedeni buğday proteini olan glutendir. Buğday ununda mevcut olan gluten yoğurma aşamasında ağ yapı oluşturarak hamura arzu edilen viskoelastik özelliklerini kazandıran bileşendir [1].

Gluten; buğday, arpa, çavdar, tritikale veya bunların melezlerinde veya türevlerinde bulunan ve suda ve 0,5 M NaCl'de çözünmeyen protein fraksiyonudur [2]. Buğdayda yer alan depo proteinlerinin %80-85'lik kısmını oluşturan gluten proteini [3] gliadin ve glutenin olarak isimlendirilen iki ayrı molekülün bir araya gelmesiyle oluşan bitkisel bir proteindir [4].

Birçok fırın ürünü için önemli olan gluten proteini bazı insanlar tarafından metabolize edilememekte ve bazı rahatsızlıklara (çölyak hastalığı, gluten ataksisi, dermatitis herpetiformis, buğday alerjisi, çölyak olmayan gluten duyarlılığı) sebebiyet vermektedir [5]. Bu rahatsızlıklar içerisinde günümüzde üzerinde en çok durulan ve toplum bilinci oluşturulanı çölyak hastalığıdır [6].

Hayat boyu devam eden bir gluten intoleransı olan çölyak hastalığının [7] günümüzden yaklaşık 10.000 yıl önce Mezopotamya'da tarım devrimi beraberinde tahılların insan diyetine girmesi sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir [8]. Çölyak hastalığına benzeyen bir tablo ilk kez milattan önce birinci yüzyılda Kapadokya'lı Aretaeus'un yazdığı tıp kitabında yer alırken çölyak hastalığı ile ilgili bir diğer emareye ise Çatalhöyük'teki kazılarda ulaşılmıştır. Fakat söz konusu hastalığın net bir şekilde beslenme alışkanlıklarımıza ne şekilde ve nasıl girmiş olduğu belirlenememiştir [9]. Klinik açıdan ilk modern açıklaması ise Samuel Gee tarafından 1888 yılında yapılmıştır [8].

Çölyak hastalığının ana sebebi olan gluten yapısal olarak farklı aminoasit dizilimindeki peptitlerden oluşmaktadır [10].

Arpa, çavdar ve yulaftaki çölyak hastalığını tetikleyici proteinler de "gluten" ismiyle anılsa da esasen arpa ve çavdardaki proteinler sırasıyla hordein ve sekalindir. Yulaftaki

protein fraksiyonu olan aveninin ise çölyak hastalığını nadiren tetiklediği düşünülmektedir. Buğday glutenini oluşturan gliadin ve glutenin fraksiyonunun her ikisinin de çölyak hastalığını tetiklediği bilinmektedir [11]. Dolayısıyla çölyak hastaları için buğday diğer tahıllardan daha toksik etki göstermektedir [12].

Buğdayda gliadin peptid zinciri; yulaf, çavdarda ise prolamın peptid zincirleri bulunmaktadır [13]. Tam sindirime dayanıklı olan gluten proteinleri, sindirim sisteminin üst kısmındaki bağırsak boşluklarında bozulmadan kalır. Üst ince bağırsakta, transglütaminaz enzimi çölyak hastalarında gluten protein fraksiyonlarında bulunan moleküllerden amin grubunu ayırmaktadır (deaminasyon) [14]. Bunun sonucunda bağırsağı tahribata uğratan faktörler özgür kalmakta ve bu faktörler bağırsakta yer alan emici tüyleri (villuslar) düzleştirerek besinlerin absorpsiyonu ile sindirimini imkânsız hale getirmektedir (malabsorpsiyon) [15].

Büyüme güçlüğüünün yanı sıra diyare ve bitkinlik gibi semptomları ilk olarak 1887 yılında tanımlanmıştır [15, 16].

Çölyak hastalığının belirtileri gastrointestinal sistem içi (karın ağrısı, ishal, yağlı dışkı ve şişkinlik) ve gastrointestinal sistem dışı belirtiler (beklenmedik kilo kaybı, halsizlik, yorgunluk, eklem-kas ağrıları, deri döküntüleri ve diş minesini kayıpları) olmak üzere iki ana başlık altında toplanmaktadır [17].

Bununla birlikte çölyak hastalığının bazı durumlarda hiçbir belirti göstermeden yıllarca çok hafif bir şekilde devam edebildiği belirtilmiş ve bu durumun da hastalığın teşhisini zorlaştırdığına dikkat çekilmiştir [15].

Çölyak hastalığının belirti göstermeyen (asemptomatik) seyri ile daha sık karşılaşıldığı ifade edilmekte ve bu sebeple de hastalık bir buz dağına benzetilmektedir [18].

Belirti gösteren klasik çölyak hastalığı bu buz dağının görünen kısmı iken, görünmeyen ve daha büyük olan kısımda sırasıyla atipik çölyak hastalığı, sessiz çölyak hastalığı ve potansiyel çölyak hastalığı yer almaktadır [18, 19]. Kuloğlu [20] ve Albayrak [9] bu sınıflandırma içerisine latent çölyak hastalığını da dahil etmişlerdir.

Çölyak hastalığının bilinen tek tedavisi ömür boyu glutensiz beslenmedir. Bununla birlikte gluten kontaminasyon riski olan gıdalardan da kaçınılması önerilmektedir [19]. Glutensiz diyete uyulduğu sürece hastaların normal yaşantılarına devam edebileceği

bildirilmekte iken [9] bazı ileri vakalarda glutensiz diyetle cevap alınmadığı ve bu kişilere steroid tedavisi uygulandığı rapor edilmektedir [19].

Hastaların hayatlarına normal bir şekilde devam edebilmeleri için glutensiz diyetle sıkı bir şekilde uymaları gerekmektedir. Diğer tahıllara kıyasla yulafın toksik prolamin düzeyinin düşük olduğu sebebiyle çölyak hastalarının diyetle eklenebilmesi konusunda araştırmalar devam etmektedir [20].

Çölyak hastaları için güvenli olduğu bilinen mısır ve pirinç hastaların diyetlerinde yer alan temel tahıl grubudur [18].

Önemli besinsel lif kaynağı olan bazı tahıl çeşitlerinin (buğday, arpa, çavdar, yulaf vb.) tüketiminden uzak durmak ve çoğunlukla nişasta ve/veya rafine edilmiş unlardan üretilen gıdaları tüketmek zorunda olan çölyak hastaları için glutensiz diyet başta besinsel lifler yönünden zayıf bulunmaktadır [21]

Gluten intoleransına sahip bireylerde bahsedilen bu etkilerin en aza düşürülmesi ve/veya engellenmesinde en etkili tedavi yöntemi, gluten içermeyen güvenli ve besleyici olarak dengeli gıdalar tüketilmesidir [22]. Bu amaçla yeni alternatif glutensiz ürünler geliştirilmiştir fakat söz konusu ürünlerin bileşimi nişasta bazlı olduğu için ürünler çabuk bayatlamakta, besin değeri ve kalitesi düşük olmaktadır [10].

Özüğür ve Hayta (2011) yapmış oldukları araştırmada glutensiz ürünlerde görünüş, renk, hacim tekstür ve lezzet gibi ürün özelliklerinin olumsuz etkilendiğini ifade etmişlerdir. Aynı araştırma da glutensiz kek üretiminde kullanılan pirinç ununun düşük gaz tutma kapasitesi sebebiyle düşük hacimli, renk ve tekstür açısından zayıf kekler elde edildiğini belirtmişlerdir [23].

Pirinç unu özellik olarak kabuk bulundurmayan, tatsız, antialerjik bir üründür ve glutene oranla lizin içeriği daha yüksek olup daha dengeli aminoasit profiline sahiptir. Yine yüksek oranda kolay sindirilebilir karbonhidrat içerdiği için gluten intoleransı olan hastaların öğünleri için önemli bir hammaddedir [15].

Glutensiz formülasyonlardan üretilen hamurlar, gluten içermediği için buğday unundan elde edilen yapışkan ve elastik karaktere sahip değildir. Glutensiz hamurlar buğday hamurlarından daha akışkandır ve gluten ağının olmaması nedeniyle viskozite ve reolojik davranış açısından kek hamurlarına daha yakındır [24].

Gluten yokluğunda, glutensiz ürünlerin üretiminde, hamur gelişiminin yanı sıra hamur reolojisi ve son ürün tekstüründe meydana gelecek olumsuzlukları gidermek için genellikle ksantan gam, guar gam, pektin ve karboksi metil selüloz gibi katkıları kullanılmaktadır. Viskoz yapıyı düzenleyen, emülsiyon oluşumunu kolaylaştıran ve dispersiyonu stabilize etme kabiliyetine sahip keçiyoynuzu gamı da yaygın olarak kullanılmaktadır [15].

Gluten içeren tahıllara sağlıklı alternatifler olarak doğal olarak gluten içermeyen çiya, amarant, kinoa ve karabuğday gibi tahıl benzeri ürünlere glutensiz diyetlerde yer verilmektedir [22].

Chompoorat vd. (2018) gluten içermeyen ürünler elde etmek için pirinç unu, manyok nişastası, mısır ve bazı diğer un karışımlarını kullanmışlardır [25].

Mevcut çalışmada da kullanılmış olan karnabahar latince Caulis (lahana) ve flower isimlerinin birleşmesiyle oluşan [26] Brassicaceae familyasında yer alan 20-40 cm uzunluğuna erişebilen iki yıllık otsu bir bitkidir [27]

Brassicaceae familyası baş lahanalar (beyaz, kırmızı), karnabahar, brokoli, brüksel lahanası, yaprak lahana ve alabaş gibi çeşitleri içine alan geniş bir ailedir. Çiçek ve çiçek tablası yenilen karnabahar beyaz, sarımtırak, mor gibi farklı tabla renklerine sahip olabilir [26].

Ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen karnabaharın anayurdu Akdeniz bölgesinin doğu kesimi olup karbonhidrat, vitamin, mineral açısından zengin bir içeriğe sahiptir. Ilık iklimi seven karnabahar hava sıcak olduğunda gelişimi olumsuz etkilenmekte ve kuru hava şartlarından ötürü sıkı taç yapı meydana gelememektedir. Her türlü toprakta yetişebilen karnabahar, su tutma gücü fazla olan derin, kumlu ve killi topraklarda yetiştirildiğinde verimin arttığı bilinmektedir [27].

A, B1, B2, C, K ve E vitaminleri ile beraber, sağlık üzerinde olumlu etkileri olan fitokimyasal maddelerce de zengin olan karnabahar başta kanser olmak üzere çeşitli hastalıklara karşı koruyucu özellik taşımaktadır [28, 29].

Karnabahar içeriğinde bulunan kükürtlü bileşiklerden oluşan glukozinolatlar, lahana grubu sebzelere özgü keskin, acımsı tat ve aromayı sağlamak beraber koruyucu özellikten sorumlu sekonder metabolitlerdir [30].

Glikozit grupta yer alan glukozinatlar bitki hücresindeki vakuollerde birikir ve kopma, parçalanma gibi zedelenmelerde hücre içinde yer alan bir diğer madde olan mirozinaz enzimi ile parçalanarak izotiyosiyotlar, nitriller veya indoller gibi biyoaktif bileşiklere dönüşür [29].

Alifatik glukozinolatlardan biri olan Glukorafin isimli bileşiğin parçalanması sonucunda oluşan sulforofan maddesi insanlarda bağışıklık sistemi enzimlerini aktif hale getirerek birçok hastalıklara karşı koruma sağlamaktadır [30].

Vitamin C, karoten, kalsiyum, folik asit ve demir kaynağı açısından da zengin olan lahana grubu sebzeler, hücreleri oksidatif stresten uzak tutarak kronik hastalık riskini en aza indiren fenolik bileşikler ve karotenoidler gibi birçok antioksidan maddeyi de bünyesinde barındırmaktadır [29].

Hastalık oluşumunu engellemede sadece E ve C vitamini ile β -karoten gibi antioksidanların tek başına etkisi olmadığı; diğer antioksidanlardan flavonoidler, flavonlar ve fenolik bileşiklerin de etkisine bağlı olduğu açıklanmıştır [31].

Bu çalışma kapsamında çölyak ve çölyak dışı gluten duyarlılığı olan hastaların tüketimlerine uygun, besinsel açıdan daha faydalı yeni bir glutensiz kek formülasyonu geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla glutensiz kek formülünde kullanılan pirinç unu, farklı oranlarda (%0, %2,5, %5, %10, %15) karnabahar unu ile ikame edilmiştir. Karnabahar ununun, gluten içermeyen bir hammadde olmasının yanı sıra üretilen glutensiz keklerin besin elementleri açısından zenginleştirilmesinde yardımcı olacağı düşünülmüştür.

Kontrol örneği, karnabahar unu kullanılmaksızın, sadece pirinç unu ile üretilmiştir. Formülasyonda değişen oranlarda kullanılan karnabahar ununun, kekin kimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır.

2. BÖLÜM

LİTERATÜR ÖZETİ

Tahıl benzeri ürünlerden çiya, amarant, kinoa ve karabuğdayın glutensiz kek üretiminde kullanılma olasılığı ve keklerin bazı özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; mısır (%45), pirinç nişastası (%45) ve öğütülmüş tahıl benzeri ürünler (%10) ile normal un kullanılarak dört farklı kek formülasyonu kullanılmıştır. Üretilen kekler fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri bakımından incelenmiş, tekstürel analiz sonuçlarında çignenebilirlik ve sertlik değerlerinin değiştii belirtilmiştir. Dirençli nişasta içeriklerinin %0.17-0.22 arasında olduğu sonucuna varılmış tahmini glisemik indekslerinin ise 55 değerinden düşük olduğu saptanmıştır. Glutensiz alternatif ürün üretiminde tahıl benzeri ürünlerin kullanılabilceği ifade edilirken tüm bu sonuçlara ek olarak çiya kullanılarak elde edilen keklerin diğer örneklere kıyasla daha yumuşak, daha yüksek antioksidan etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır [22].

Gluten ihtiva etmeyen alternatif un karışımı olarak kullanılabilcek bir diğer çalışma da yeşil muzun iç ve kabuklu kısımlarını ayrı ayrı liyofilize ederek elde ettiği yeşil muz içi ununu %20, %40, %60, %80 oranlarında; yeşil muz kabuğu ununu %5, %10, %15, %20 oranlarında pirinç ununa eklemiştir. %20, %40, %60 ve %80 oranlarda yeşil muz içi unu ve %5, %10, %15 ve %20 yeşil muz kabuğu unu içeren glutensiz kekler üretilmiştir. Elde edilen son ürün, pirinç unu kullanılarak üretilen kontrol keki ile fiziksel, tekstürel, kimyasal, duyuşal, antioksidan özellik ve toplam fenolik madde miktarı açışından kıyaslanmıştır. Yeşil muz içi unu ikameli kekler hacim, spesifik hacim, yükseklik gibi fiziksel değerlerde artış saptanırken kimyasal açıdan da kül değerinde artış, yoğunluk ve pişme kaybı değerlerinde düşüş meydana geldiği rapor edilmiştir. Duyusal açıdan tolere edilebilir değerin %40 olduğu vurgulanmış belirtilen oranın üzerine çıkıldığında son ürünün sertlik ve lezzet açısından daha az beğenildiği ifade edilmiştir. Pirinç unu yerine kullanılan, besinsel açıdan değerli bir atık olan yeşil muz kabuğu unu (%1,22 kül, %6,17 yağ, %11,16 protein) üretilen keklerin kimyasal açıdan kül, yağ ve protein içeriklerini yükseltmiştir. %15 oranına kadar muz kabuğu unu ikameli son ürünün bazı fiziksel özellikleri (hacim, spesifik hacim, yoğunluk, yükseklik ve pişme kaybı) kontrole kıyasla değişiklik göstermediği tespit edilmiştir. %15 ve %20 ikame oranlarında üretilen keklerde

ise sadece yoğunlukta artış olduğu diğer değerlerde azalma meydana geldiği rapor edilmiştir. %60 oranına kadar yeşil muz iç unu eklenerek üretilen keklerin sertlikleri ile çignenebilirlikleri kontrol kekleri ile neredeyse aynı değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. %60 ve %80 oranlarında kullanılan yeşil muz içi ununun çignenebilirliği artırdığı sonucuna varılmıştır. Söz konusu iki unun formülasyona hangisinin ilave edildiği fark etmeksizin üretilen kekler toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite, mineral madde miktarı açısından artış gözlemlenmiştir [32,33].

Keçiboynuzu unu ikamesiyle üretilen glutensiz kek çalışmasında, keçiboynuzu unu 100°C 'de 60, 70 ve 90 dakika olacak şekilde farklı kavurma sürelerine tabi tutulmuştur. Elde edilen keçiboynuzu unları pirinç unu (%15) yerine kullanılmıştır. Keçiboynuzu unu ilavesinin kek hamurunun viskozitesi artırdığını belirtmişlerdir. Kavurma süresi düşük tutularak elde edilen keçiboynuzu unu içeren keklerin özgül hacim ve sertlik değerlerinin değişmediği fakat ilave edilen unun etkisiyle kekin bayatlamasının hızlandığı sonucuna varılmıştır. Yüksek oranda kavruarak elde edilen keçiboynuzu unları kullanılarak üretilen keklerin kabul edilebilirliğinin azaldığı vurgulanmıştır. Kavurma derecesi arttıkça gerçekleşen Maillard reaksiyonlarına bağlı olarak furan ve pirollerin yanı sıra bir takım fenolik bileşiklerin içeriklerinde artış meydana geldiği bilinmekle beraber söz konusu bu bileşiklerin kek yüzeyine koyulaşmaya ve kek tadında acılığa sebep olduğu ifade edilmiştir [34].

Berk ve ark. (2017) kek karışımında yer alan pirinç unun yerine %10, %20, %30 oranlarında keçiboynuzu unu kullanmışlar ve formülasyona farklı protein türlerini de (soya proteini ve peynir altı suyu proteini) ilave ederek son üründe meydana gelecek kalite değişimlerini araştırmışlardır. Keçiboynuzu unu bazlı glutensiz kek hamuruna peynir altı suyu proteini eklenerek üretilen keklerde yapılan analizlerde, en önemli kalite kriterlerinden biri olan spesifik hacmin kullanılan keçiboynuzu unu miktarının artmasıyla artış gösterdiği rapor edilmiştir. Öte yandan glutensiz ürünü besinsel açıdan desteklemesi için eklenen peynir altı suyu proteininin son ürünün özgül ağırlığını düşürdüğü sonucu elde edilmiştir. Yapılan duyusal analizde %20 ikameli keçiboynuzu unu ve peynir altı suyu proteini ilaveli üretilen keklerin en kabul edilebilir kalite parametrelerine sahip olduğu saptanmıştır [35].

Berk (2016) yapmış olduğu çalışmada pirinç unu yerine %10, %20, %30 oranlarında karabuğday ve keçiboynuzu unu formülasyona eklenmiş, tüm bunlara ek ksantan gam ve guar gam ile beraber soya ve peynir altı suyu tozu ikameli kek hamurlarının reolojik değişimlerini gözlemlenmiştir. Üretilen keklerde kalite parametreleri (ağırlık kaybı, gözeneklilik, özgül hacim, sertlik ve renk) araştırılıp rapor edilmiştir. Peynir altı suyu ikameli kek hamurlarının özgül hacimlerinin düşük olduğu saptanmıştır. Kullanılan un oranı arttıkça üretilen keklerde ağırlık kaybı, porozite ve özgül hacim değerlerinin azaldığı; sertlik değerinin ise arttığı tespit edilmiştir. Panelistler tarafından en yüksek beğeni alan keklerin yine peynir altı suyu eklenerek üretilen kekler olduğunu ifade edilmiştir. Guar gam muhteva eden keklerin kalite bakımından kabul görmediği; karabuğday unu ikame edilerek üretilen keklerin keçiboynuzu ikameli keklere kıyasla kalite açısından daha olumlu sonuçlar verdiği vurgulanmıştır. Tüketime en elverişli keklerin, oransal olarak %10 karabuğday unu ile peynir altı suyu tozu eklenerek üretilenler olacağı tavsiye edilmiştir [36].

Yapılan bir diğerk çalışmada da Şahin ve ark. (2017) tarafından kek formülasyonundaki pirinç unu yerine %10, %20 ve %30 oranlarında keçiboynuzu unu kullanılmış ve çeşitli zamlar (ksantan ve guar gam) ilave ederek kek hamurunun reolojik özellikleri ile üretilen kekleri duysal açıdan değerlendirilmiştir. Kek hamuruna ilave edilen gamların hamur viskozitesini artırdığı belirtilmiştir. Ksantan gam ikameli kekler düşük sertlik yüksek özgül hacme sahipken guar gam ilave edilerek üretilen keklerin nem kaybı hariç diğerk kalite kriterleri üzerinde olumlu bir etkisine rastlanılmadığı tespit edilmiştir. Oransal olarak %20 keçiboynuzu unu ilaveli kekler tüketici açısından yüksek beğeni toplarken kombinasyona ksantan gam eklenmesi ile hazırlanacak keklerin daha yüksek skorlar elde edebileceği belirtilmiştir [37].

Bozdoğan vd. (2018) yaptıkları çalışmada pirinç unu, patates nişastası ile üretilen glutensiz keklere %25, %50 ve %75 oranlarında kinoa unu ekleyip hamur reolojisi ve elde edilen keklerin tekstürel özellikleri incelenmiştir. Kinoa unu ilavesiyle hamur stabilitesi, homojenliği ve mekanik mukavemetinde olumlu sonuçlar elde edilmiş olup üretilen keklerin fiziksel, kimyasal özellikleri ve kalite parametreleri önemli ölçüde artmıştır. Kullanılan kinoa unu miktarı ile kekin hacmi doğru orantılı ilerlerken kek sertliğinde ters orantıya rastlanılmıştır. %50 oranında kinoa ununun kek

formülasyonlarına başarıyla dahil edilebileceği yapılan duyuşal analizlerde %50 oranında kinoa unu ikameli keklerin en yüksek puanı elde etmesiyle netleştirilmiştir [38].

Glutensiz kek unu formülasyonlarında kullanılan pirinç unu ve mısır nişastası yerine farklı oranlarda (%5, %10, %15, %20, %25) çiya unu ve kinoa unu eklenmesiyle elde edilen glutensiz kekler fiziksel, kimyasal ve duyuşal açıdan incelenmiştir. Çiya ve kinoa unu kullanılarak üretilen örnekler kontrol keki ile karşılaştırıldığında; kül, protein, yağ, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite açısından daha yüksek sonuçlara ulaşılmıştır. Ca, Mg, K, Fe, ve Zn gibi mineral maddeler bakımından yine önemli ölçüde artış gözlemlenmiştir. Çiya ve kinoa içermeyen kekler duyuşal analizler de panelistler tarafından düşük puanlar alıp beğenilmezken %20 oranında çiya ve kinoa unu ilave edilerek üretilen kekler yüksek tekstür, tat, koku ve genel kabul edilebilirlik açısından oldukça beğenildiği için geliştirilecek formülasyonda %20 oranına kadar çiya ve kinoa unu kullanılabilirliği ifade edilmiştir [39].

Siyah sakızimsı pirinç ununun buğday ununa %30, %50, %70 ve %100 oranlarında eklenmesi sonucu hamur reolojisinde meydana gelen değişikliklerle beraber kekin fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi üzerine araştırma yapılmıştır. İkame edilen siyah sakızimsı pirinç unu oranı arttıkça daha akışkan hamurlar elde edilirken spesifik hacimde azalmalar, özgül ağırlıkta artışlar olduğu verilerle ortaya konmuştur. Tüm bu bulguların yanı sıra kabuk ve iç kek rengi değerlerinin siyah mumsu pirinç unu kullanım oranı ile doğru orantılı değişmekte olduğu saptanmıştır. Siyah mumsu pirinç unu muhteva eden kekler kontrol muadilleri ile tekstür profil analizleri açısından kıyaslandığında; sertlik, yapışkanlık ve çignenebilirlik açısından yüksek değerlere ulaşılmıştır. Panelistler tarafından yapılan duyuşal analizlerde siyah mumsu pirinç unu ilaveli keklerin tekstür, tat, koku ve benzeri özellikler açısından kabul edilebilir niteliğe sahip olduğu belirtilmiştir [40].

Şumnu ve ark. (2009) yaptıkları araştırma da kızıl ötesi-mikrodalga fırın kullanarak pirinç unu içeren glutensiz kek formülasyonları üretmişlerdir. Üç aşamalı gerçekleştirdikleri araştırmanın ilk aşamasında farklı gamların kek hamuru reolojisi ile dielektirik özelliklerinde meydana getirdiği değişimleri gözlemlenmişlerdir. En yüksek viskoziteye sahip kek hamurunun içeriğinde ksantan ve ksantan-guar gam karışımı olduğunu vurgulamışlardır. Yanıt yüzey metodu ve kek gözeneklerinin görüntü analizlerinin incelenmesi sonucunda ksantan-guar gam karışımı ikameli keklerin; %4,68 emülgatör

miktarı, %70 üst halojen lamba gücü ve 7 dakika pişirme süresinin kızıl ötesi-mikrodalga kombinasyonlu fırın için en uygun değerler olduğu saptanmıştır [41].

Çalışmanın ikinci aşamasında ksantan ve guar gam farklı oranlarda karıştırılmış ve bu gamların karışımının kızıl ötesi-mikrodalga kombinasyonlu ve konvansiyonel fırında pişirilerek üretilen glutensiz keklerin kalite kriterleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Ksantan-guar gam karışımının ilavesi ile pişirme yöntemi fark etmeksizin elde edilen keklerin özgül hacim artışı, ağırlık düşüşü ve sertlik derecesinin azalması rapor edilmiştir. Sonuç olarak ilave edilen ksantan-guar gamın kek kalitesini iyileştirdiği vurgulanmıştır. Kullanılan gam oranı ile fırın farkı olmaksızın pişirilen keklerin jelatinizasyon derecelerinin ters orantılı oldukları ayrıca belirtilmiştir [41].

Araştırmanın son kısmında çeşitli gamların farklı oranlarda kullanımı ile depolanma sürelerinin son ürünün bayatlamasında ne gibi etkilere sahip olduğu saptanmaya çalışılmıştır. İki fırın tipinde de gam karışımı ikameli üretilen keklerin ağırlık ve iç sertlik değerleri düşük çıkmıştır. Bayatlama kızıl ötesi-mikrodalga kombinasyonlu fırında üretilen keklerde 2 gün gecikirken konvansiyonel fırında üretilen keklerde 3 gün geciktiği sonucu paylaşılmıştır [41].

Gerçekleştirilen bir diğer çalışma da kasantan gam, guar gam ve Hidroksipropilmetilselüloz (HPMC) gibi bitkisel zamkların tek başlarına ya da farklı kombinasyonlar halinde kullanımının sonucunda elde edilen son ürün kalitesine etkileri araştırılmıştır. Formülasyonda zamklar ve karışım zamkları (ikili ya da üçlü olarak elde edilen) %0,5, %1,0 ve %1,5 oranlarında ilave edilmiştir. Bitkisel zamkların tek başına kullanılmalarından ziyade karışım olarak kullanılmasının ürün kalitesini artırdığı tespit edilmiştir. Kombine zamkların kullanım oranları ile ürünün tekstürel özellikleri (hacim, toplam hacim, simetri indeksi) arasında doğru orantı söz konusu olduğu rapor edilmiştir. En iyi sonucun zamkların üçlü karışım olarak kullanıldığında elde edildiği saptanmıştır [42].

Şahan (2022) yapmış bir diğer çalışmada glutensiz kek formülasyonunda bamya tohumu unu %15, %30 ve %45 oranlarında pirinç unu yerine kullanılmış ve elde edilen glutensiz son üründe fiziksel, kimyasal ve duyu analizler yapılmıştır. Bamya tohumu unu ilavesiyle üretilen keklerin protein, yağ (özellikle doymuş yağ asidi oranı), diyet lifi içeriklerinde artış gözlemlenmiştir. Mineral madde, toplam fenolik içerik ve antioksidan

aktivitede de yine yükseliş söz konusu olduğu rapor edilmiştir. Kek kabuk rengi (L^* , a^* ve b^*) değerleri ile kek iç rengi (L^* ve b^*) değerleri azalırken kek iç renk (a^*) değerinin arttığını saptamıştır. [43]

Tekstürel açıdan bamya tohumu unu ilavesinin sertlik, yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik gibi kalite parametrelerinde artış gözlemlenirken elastikiyet değerinin değişmediği belirtilmiştir. Bamya tohumu unu ikameli keklerin kontrol kekine kıyasla spesifik hacim, kek hacmi, pişme kaybı değerleri düşük çıkarken kek yoğunluğunda ise artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Keklerin yapısal özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan simetri ve tekdüzelik indekslerinde de istatistiksel olarak incelendiğinde herhangi bir farka rastlanılmamıştır. %30 bamya tohumu unu ikameli keklerin duyuşal anlamda tolere edilebilir değer olduğu vurgulanmıştır [43].

Bozdoğan (2015) yaptığı araştırmada kek formülasyonuna kinoa unu, armut posası tozu ve ksantan gam ilave ederek hem hamurun reolojik özelliklerini incelemiş hem de üretilen keklerin kalite kriterlerindeki değişimi rapor etmiştir. Öncelikle araştırmada kullanılacak olan kinoa ununun kullanım değerinin saptanması amacıyla kinoa unu, pirinç unu ve patates nişastası ile beraber sırasıyla 0/50/50; 25/37,5/37,5; 50/25/25; 75/12,5/12,5 (w/w) değerlerinde farklı hamurlar elde etmiştir. Kullanılan kinoa unu miktarına bağılı olarak yoğunluğun ve viskozitenin arttığını raporlamıştır. Araştırmanın ikinci kademesinde kontrol olarak kinoa ununun %50 oranında bulunduğu değerler baz alınmış olup %0, %4, %8 ve %12 oranlarında armut posası tozu ile %0, %0,5, %1 oranlarında ksantan gam ikame edilerek elde edilen hamur reolojik açıdan incelenmiş ve üretilen kekler fiziksel, kimyasal ve duyuşal açıdan değerlendirilmiştir. Armut posası tozu ile ksantan gam miktarının artışına bağılı olarak kek hamurunun viskozitesinde artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca artan armut posası tozu miktarının kek hacmi ile kek iç gözenekliliğini düşürdüğü sertlik değerini yükselttiği rapor edilmiştir. Ksantan gam miktarının artışı ile kek hacmi ve porozitenin yükselirken sertliğin düştüğü saptanmıştır. Duyusal analiz sonuçlarında ise; kullanılan gam oranının fark etmeksizin %4 ikameli armut posası tozu ile üretilen keklerin en yüksek kalite parametrelerine sahip oldukları belirtilmiştir [44].

Koçak (2018) yapmış olduğu glutensiz kek çalışmasında mısır, pirinç ve karabuğday unları kullanarak hazırladığı üç farklı kek formülasyonuna farklı oranlarda, farklı emülgatörler ekleyerek son üründe meydana gelen fiziksel kimyasal ve duyuşal değişimleri buğday unu ile üretilen kontrol kekleri ile mukayese ederek rapor etmiştir. Emülgatör olarak diasetil tartarik asidin monogliserit esteri (DATEM), lesitin (LC), mono ve digliseridler (MDG), %0,0-%0,25-%0,75-%1,0 oranlarında Sodyum stearol laktilat (SSL) ile Ovalette (OVA) ve %0,0-1,5-3,0-4,5-6,0 oranlarında Bizim Mutfak (BM) ticari emülgatör karışımları kullanılmıştır. Emülgatör ikame edilen kekler emülgatör ikame edilmeyen keklerle kıyaslandığında; emülgatör içeren keklerin daha yüksek hacim değerlerine sahip olduğu ve yapışkanlık değerlerinde de artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Tekstürel açıdan değerlendirildiğinde; sertlik, çiğnenebilirlik, sakızımsılık değerlerinin seçilen emülgatöre bağlı olarak farklı sonuçlara sahip olduğu ifade edilmiştir. %100 karabuğday unu ikameli kek formülasyonuna eklenen emülgatörle (çeşidi ya da oranı farketmeksizin) elde edilen glutensiz keklerde yüksek simetri ve hacim indeksi değerlerine rastlanıldığı rapor edilmiştir.

Kontrol kekini duyuşal açıdan yakalayabilecek glutensiz kek formülasyonlarının; %1 oranında SSL emülgatörü eklenerek elde edilen karabuğday unlu kek formülasyonu, %0,5 LC emülgatörü ikameli mısır unlu kek formülasyonu, %6 BM emülgatörü ilaveli pirinç unlu kek formülasyonu şeklinde hazırlanabileceği belirtilmiştir [45].

Fonksiyonel glutensiz kek üretimi üzerine yapılan bir diğer çalışma da ise şeker ikamesi olarak Fuyu ve Hachiya çeşidi Trabzon hurmalarının şeker ikamesi olarak %20, %40, %60 ve %80 oranlarında iki farklı Trabzon hurması tozu kullanılmış ve üretilen ürünler glutensiz kontrol kekleri ile kıyaslanmıştır. Hachiya çeşidi Trabzon hurması tozu kullanılarak üretilen keklerin yükseklikleri 46,46 ile 61,12 mm değerleri arasında yer alırken Fuyu ikameli keklerde ise yükseklik 47,93-54,57 mm arasında değişiklik gösterdiği rapor edilmiştir. %20 Trabzon hurması tozu ikame oranına kadar üretilen glutensiz kekler fiziksel açıdan kontrol kekleri ile karşılaştırıldığında, birbirlerine oldukça yakın sonuçlar elde edilmiştir. Tekstürel açıdan incelendiğinde ise yine baz alınacak oranın %20 olduğu, belirtilen oranın üstüne çıkıldığında sertliğin arttığı ifade edilmiştir. Trabzon hurması tozunun tüm ikame oranlarında kullanılmasıyla elde edilen ürünlerde iç yapışkanlığın azaldığını ve dış yapışkanlığın arttığı belirtilmiştir. Kullanılan Trabzon

hurması çeşidine göre dış yapışkanlık değerlerinde farklı sonuçlar elde edildiği ayrıca ifade edilmiştir [46].

Çelik (2021) yapmış olduğu glutensiz kek çalışmasında, karpuz kabuğu tozunu (KKT) %7, %14, %21 ve %28 oranlarında pirinç ununa ekleyerek elde ettiği son ürünlerde bazı fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşsal özellikleri incelemiştir. KKT ikameli keklerin kontrol kekine kıyasla daha yüksek protein, yağ, kül ve diyet lifi değerlerine sahip oldukları tespit etmiştir. Toplam fenolik madde ve mineral madde içerikleri ile antioksidan aktivitede artış gözlemlendiği ifade edilmiştir. KKT ilave edilerek üretilen keklerde hacim, pişme kaybının yanı sıra hacim ve simetri indeksi değerlerinde düşüş meydana gelirken yoğunluk ve kütle değerlerinde ise artış olduğu saptanmıştır. KKT ihtiva eden keklerin renk değerlerindeki değişimler ise; L* ve a* değerlerinin keki içi ve dışında azaldığını, b* değerinin ise kek dışında düşüş, kek içinde artış gösterdiği şeklinde rapor edilmiştir. KKT ikame edilerek üretilen keklerin birçok tekstürel özelliklerinde (çiğnenabilirlik, sertlik, yapışkanlık, sakızimsılık) artış meydana gelirken elastikiyet değerinin kontrol kekine kıyasla daha düşük olduğu belirtilmiştir. Duyusal analiz açısından değerlendirildiğinde %14 oranına kadar KKT ikameli keklerin en kabul edilebilir parametrelere sahip olduğu vurgulanırken %28 oranında KKT ihtiva eden keklerin ağızda istenmeyen bir tat bıraktığı paylaşılmıştır [47].

Karnabahar üzerine yapılan çok fazla araştırma bulunmamakla beraber yapılan birkaç çalışmayı derlenecek olursa;

Karnabaharın üstü ile orta gövdesinde yer alan beyaz kısımlarından elde edilen karnabahar unu farklı seviyelerde (%2,5, %5, %7,5) oranlarında dana sosisleri formülasyonuna ilave edilmiş ve son ürünün kalite kriterlerindeki (kimyasal bileşim, fizikokimyasal ve duyuşsal nitelikler) değişimler incelenmiştir [48]. Karnabahar ununun protein, besleyici mineraller ve lif bakımından zengin olduğu tespit edilirken karnabahar ununun yüksek içerikte temel aminoasitleri ile antioksidan bileşikleri bünyesinde barındırdığı rapor edilmiştir [48, 49]. Farklı oranlarda karnabahar unu içeren sosislerin kontrol ürünlerine kıyasla daha iyi duyuşsal özellik ve kabul edilebilirlik sergilediği belirtilirken et ürünleri üretiminde gıdayı zenginleştirmek açısından iyi ve ucuz bir protein, mineral, antioksidan bileşik, fenolik bileşik ve lif kaynağı olduğu vurgulanmıştır [48].

Karnabahar yaprağı tozunu farklı oranlarda (%10, %15, %20) erişte formülasyonuna ikame edilmiş ve üretilen eriştelerde meydana gelen kimyasal değişimler (kül, nem, protein, yağ ve lif) incelenip rapor edilmiştir. Bütün oranlarda karnabahar yaprağı tozu ilave edilerek üretilen eriştelerin kontrol ürününe kıyasla daha fazla lif, kül ve protein içermekte olduğu saptanmıştır. %10 oranına kadar karnabahar yaprağı tozu ikameli eriştelerin duyuusal nitelikler bakımından kabul edilebileceği belirtilirken karnabahar yaprağı tozunun erişte içeriğini iyileştirmek ve alternatif ürün elde etme fırsatı sağlaması amacıyla kullanılabilirdiği ifade edilmiştir [50].



3. BÖLÜM

MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan karnabaharlar yerel bir manavdan; pirinç unu (Kenton), kabartma tozu (Dr. Oetker), şeker (Torku), tuz (Billur), yumurta (Keskinoglu), su (Hayat), ayçiçek yağı (Yudum) piyasadaki bir marketten temin edilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan pirinç unu ve karnabahar ununa ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Bileşim	Pirinç unu	Karnabahar unu
Nem (%)	9,9	13,6
Kül (%)	0,4	8,3
Protein (%)	7,28	21,68
Toplam lif (%)	5,45	30,27

3.2 Metod

3.2.1 Karnabahar Unu Üretimi

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarına getirilen karnabaharlar ilk olarak yaprak ve benzeri istenmeyen kısımlarından temizlenmiştir. Yabancı unsurlardan arındırılan karnabaharlar suyla yıkanmış ardından küp şekilde doğranarak liyofilizasyon işlemine tabi tutulana kadar polietilen poşetlere konmak suretiyle -18°C’de muhafaza edilmiştir. Liyofilizatörde (Opheron, Kore) kurutulan karnabaharlar havan yardımıyla öğütülmüş ve ardından 220 mesh’lik elek ile eleme işlemine tabi tutulmuştur. Elde edilen elek altı araştırmada kullanılacak karnabahar unu olarak poşetlenmiş ve çalışmanın yapılacağı güne kadar -18°C’de korunmuştur.

3.2.2. Glutensiz Kek Üretimi

Araştırma iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş olup analizler en az iki paralelli olacak şekilde yapılmıştır. Formülasyonda Boz (2021)'in belirttiği değerler revize edilerek kullanılmıştır [83]. Alternatif, yeni bir ürün elde edebilmek açısından kullanılan karnabahar unu %2,5, %5, %10, %15 oranlarında pirinç unu ile yer değiştirecek şekilde formülasyonda yer almıştır. Kontrol keki pirinç unu kullanılarak üretilmiştir. Gluten içermeyen keklerin yapım esnasında kullanılan ingredientleri ve kullanım oranları; pirinç unu (%25,48), kabartma tozu (%0,32), şeker (%19,53), sıvıyağ (%19,53), su (%9,55), yumurta beyazı (%16,99), yumurta sarısı (%8,49), tuz (%0,11) şeklindedir.

Kek hamuru, Tablo 3.2'de de verilen işlem basamakları sırasıyla gerçekleştirilerek mikser (Kenwood KM-242 Prospero) yardımıyla hazırlanmıştır. Teflon kek kalıplarına (Kaiser Gourmet Muffin Pan) kâğıt muffin kalıplar yerleştirilmiş ve elde edilen kek hamuru her bir kâğıt kalıbın olduğu boşluğa 35'er gram denk gelecek şekilde bölüştürülmüştür. Alt üst fansız, önceden 175°C'de ısıtılmış Arçelik MF44 marka fırında 25 dakika pişirilmiştir. Pişirilen kekler daha sonra oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır.

Tablo 3.2. Kek hamuru eldesinde işlem basamakları

Bileşenler	Karıştırma Hızı	Karıştırma Süresi (dk)
Yumurta Beyazı + Tuz	4. Devir	3 dk
Şeker	3. Devir	2 dk
Sıvıyağ + Su + Yumurta Sarısı	3. Devir	2 dk
Pirinç Unu + Kabartma Tozu + Karnabahar Unu	3. Devir	2 dk

3.2.3. Glutensiz Kek Örneklerinde Yapılan Analizler

Fırından çıkarılan sıcak kekler oda sıcaklığında 1 saat soğutulduktan sonra örneklerin ağırlık, hacim, spesifik hacim ve pişme kaybı analizleri gerçekleştirilmiştir. Muhafaza etmek amacıyla polietilen poşetler kullanılarak ambalajlanan kekler 1 gün depolanmıştır.

Kek örneklerinde hacim, ağırlık, spesifik hacim, pişme kaybı, kabuk-iç renk, simetri indeksi, hacim indeksi, tek düzelik indeksi, nem, kül, tekstür ve duyu analizi yapılmıştır. Kek örneklerinde tekstür profil analizi fırın çıkışından sonraki gün gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.1. Ağırlık, Hacim ve Spesifik Hacim Analizi

Üretilen kek örneklerinin ağırlıkları 0,01 gram hassasiyete sahip BEL, S1002- Güney Kore marka analitik terazi kullanılarak tespit edilmiş ve kek ağırlıkları (g) olarak not edilmiştir.

Kek örneklerinin hacmi ise yer değiştirme metodu esas alınarak kolza tohumu yardımıyla belirlenmiştir [22, 51]. Kolza tohumu öncelikle darası belirlenecek olan kabın içerisine dökülmüş ve kabın hacmi saptanmıştır. Kabın hacmi kadar kolza tohumu analiz devamında kullanılmıştır. Darası bilinen içi boş olan kaba kek örneği yerleştirilmiş ve tam örnek merkezine denk gelecek ve kenarlara dağılmayacak şekilde kolza tohumu sabit hızda dökülmüştür.

Kabın yüzeyinde bombeli bir şekilde yer alan kolza tohumları düz bir materyal yardımıyla düzleştirilip kaptan taşan kısım dereceli mezüre alınmıştır. Taşan kolza tohumları örneğin hacmini ifade etmekte olup mezürde okunan değer (ml) not edilmiştir.

Spesifik hacim not edilen ağırlık ve hacim değerlerine bağlı olarak aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır [52].

$$\text{Spesifik Hacim} = \frac{\text{Kek Hacmi(ml)}}{\text{Kek Ağırlığı(g)}} \quad (3.1)$$

3.2.3.2. Pişme Kaybı

Üretilen glutensiz keklerdeki pişme kaybı, pişmiş kek ağırlığının pişmemiş kek hamurunun ağırlığına (35g) bölünmesi ile elde edilmiştir [36, 53].

3.2.3.3. Nem

Ürünlerin nem içeriği analizleri depolamanın 1.gününde yapılmıştır. Önceden temizlenip kurutulmuş ve desikatörde muhafaza edilmiş kurutma kaplarına keklerin merkezinden 10 g örnek tartılmıştır. Daha sonra kaplar 105°C’de 24 saat süreyle etüvde kurutulmuştur [22, 54]. 24 saat sonra çıkarılan örnekler desikatöre alınarak 45 dakika soğumaya bırakılmıştır. Süre sonunda örnekler tartılarak nem içeriği aşağıda yer alan formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Nem} = \frac{x_2 - x_3}{x_2 - x_1} \times 100 \quad (3.2)$$

x1: Boş kurutma kabının ağırlığı (g)

x2: İçerisinde örnek bulunan ve kurutma işlemi uygulanmamış kabın ağırlığı (g)

x3 : İçerisinde örnek kek bulunan ve kurutma işlemi uygulanmış kabın ağırlığı (g)

3.2.3.4. Kül

Elde edilen ürünlere 1 gün depolamanın ardından kül analizi yapılmıştır. Önceden etüvde kurutulmuş ve desikatör içerisinde bekletilmiş krozelere örneklerden 5'er gram tartılmıştır. Kül fırınında 550°C de beyaz kül rengi elde edilinceye kadar örnekler yakılmıştır [44]. İşlem sonucunda örnekler fırından çıkarılarak soğumaları için desikatöre alınmış ve 45 dakika desikatörde bekletilmiştir.

Elde edilen sonuçlar aşağıdaki formül kullanılarak kekteki kül içeriği hesaplanır.

$$\% \text{ Kül miktarı} = \frac{y_1}{y_2} \times 100 \quad (3.3)$$

y1 : Yakma işlemi sonrası kalan örnek miktarı (g)

y2 : Yakma işlemi öncesi tartılan örnek miktarı (g)

3.2.3.5. Hacim, Simetri, Tek Düzelik İndeksleri

Keklerin indeks değerleri hesaplanırken AACC 10-91 metodundaki şablon [55], çalışmadaki kek kalıbı ölçülerine göre revize edilerek kullanılmış elde edilen veriler not edilmiştir. Dikey merkezlerinden iki eşit parçaya ayrılan kek örnekleri milimetrik kâğıt üzerine hazırlanan şablona kesim yerleri altta olacak şekilde yerleştirilmiş ve hesaplamalarda kullanılacak değerler milimetre cinsinden okunmuştur. Elde edilen

değerler aşağıda yer alan formüller kullanılarak kekin hacim, simetri ve tekdüzelik indeksleri tespit edilmiştir.

$$\text{Hacim indeksi (mm)} = [BB'] + [CC'] + [DD']$$

$$\text{Simetri indeksi (mm)} = 2 \times [CC'] - [BB'] - [DD']$$

$$\text{Tekdüzelik indeksi (mm)} = [BB'] - [DD'] \quad (3.4)$$

3.2.3.6. Kek Örneklerinin Kabuk ve İç Renk Değerleri

Kabuk ve iç renk değerlerinin tespit edilmesinde Minolta (CR400, Minolta Co, Osaka, Japan) marka kolorimetre kullanılmış olup elde edilen sayısal sonuçlar uluslararası aydınlatma komisyonunun (CIELAB) formülüne göre değerlendirilmiştir.

Dikkate alınan üç değerden; L değeri örneğin açıklık koyuluğunu, a değeri kırmızılık yeşilliğini ve b değeri sarılık maviliğini ifade etmektedir [56].

3.2.3.7. Tekstür Profil Analizi

Tekstür profil analizi kek üretiminden 24 saat sonra tekstür analiz cihazı (TA-XTPlus, Stable Micro Systems, Godalming, UK) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz esnasında çapı 100 mm olan alüminyum baskı plaka (P/100) kullanılmıştır.

Kek örneklerini analize hazır hale getirmek için öncelikle kek örneklerinin üst kısımları özel kesme tahtası kullanılarak alınmış daha sonra 20 mm çapında 30 mm yüksekliğindeki örnekler özel silindirik kesme kabı yardımıyla elde edilmiştir. Elde edilen silindirik örneklere tekstür profil analizi uygulanmıştır. Analizin gerçekleştiği koşullar aşağıdaki Tablo 3.3’de verilmiştir.

Tablo 3.3. Tekstür profil analizi sırasında koşullar

Test parametreleri	Ölçüm Şartları
Ön test hızı	1 mm/s
Test hızı	2 mm/s
Test sonrası hızı	1 mm/s
Tetikleme gücü	20 g
Bekleme Süresi	5 sn

3.2.3.8. Duyusal Analiz

Üretilen kekler 1 günün sonunda duyusal analize tabi tutulmuştur. Analizde hedonik skala testi kullanılmış [22] olup bölümümüzde bulunan personellerden deneyimli ve deneyimsiz 15 panelist tarafından analiz gerçekleştirilmiştir. Kek örnekleri kabuk rengi görünümü, iç gözenek yapısı, iç rengi, tat ve aroma, koku, yutulabilirlik, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik gibi kalite kriterleri bakımından değerlendirilip puanlandırma yapılmıştır. Skalada yer alan 1- 5 arasındaki değerlerde, 1-çok kötü, hiç beğenmedim ve 5-çok iyi, çok beğendim olacak şekilde hazırlanmış olup elde edilen verilerin tamamı ortak değerlendirilmiştir.

Tablo 3.4. Duyusal değerlendirme formu

Kalite Kriterleri	Örnek Kodları				
	542	212	882	362	732
Kabuk Rengi ve Görünümü					
İç Gözenek Yapısı					
İç Rengi					
Tat ve Aroma					
Koku					
Yutulabilirlik					
Ağızda Bıraktığı His					
Genel Kabul Edilebilirlik					

3.2.3.9. İstatistik Analizi

Çalışmada 5 farklı oranda (%0, %2,5, %5, %10, %15) karnabahar unu kullanılmıştır. Örnekler tam şansa bağlı deneme planı uygulanarak iki tekerrürlü gerçekleştirilmiş olup deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular varyans analizine (SPSS) tabi tutulmuştur. Varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testiyle karşılaştırılmıştır (IBM SPSS Statistics, Versiyon 22, ABD) [22, 57].



4. BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Kek Örneklerine Ait Ağırlık, Hacim, Spesifik Hacim, Pişme Kaybı Değerleri

Pirinç unu yerine farklı seviyelerde (%2,5, %5, %10, %15) karnabahar unu kullanılarak üretilen kek örneklerinin ağırlık, hacim, spesifik hacim, pişme kaybı değerlerine ait sonuçların ortalamaları Tablo 4.1’de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin ağırlık, hacim, spesifik hacim, pişme kaybı değerlerine ait ortalamalar (\pm standart hata).

Karnabahar Unu Seviyesi (%)	Tekerrür	Ağırlık (g)	Hacim (cm ³)	Spesifik Hacim (cm ³ /g)	Pişme Kaybı (%)
0	1	29,91 \pm 0,11	104,59 \pm 0,41	3,47 \pm 0,00	14,56 \pm 0,31
	2	29,94 \pm 0,03	105,00 \pm 0,00	3,50 \pm 0,00	14,32 \pm 0,09
2,5	1	30,16 \pm 0,05	104,59 \pm 0,41	3,47 \pm 0,01	13,83 \pm 0,14
	2	29,98 \pm 0,01	100,84 \pm 0,84	3,37 \pm 0,02	14,28 \pm 0,04
5	1	30,14 \pm 0,06	101,25 \pm 1,25	3,36 \pm 0,03	13,89 \pm 0,18
	2	30,55 \pm 0,06	88,75 \pm 1,25	2,88 \pm 0,01	13,34 \pm 0,44
10	1	30,30 \pm 0,03	80,00 \pm 0,00	2,64 \pm 0,01	13,44 \pm 0,11
	2	30,38 \pm 0,00	75,42 \pm 0,41	2,49 \pm 0,01	13,21 \pm 0,01
15	1	30,60 \pm 0,01	71,25 \pm 1,25	2,34 \pm 0,04	12,58 \pm 0,02
	2	30,49 \pm 0,00	69,59 \pm 0,41	2,29 \pm 0,01	12,90 \pm 0,00

Tablo 4.2. Piriç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin ağırlık, hacim, spesifik hacim, pişme kaybı değerlerinin varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynağı	SD	Ağırlık (g)		Hacim (cm ³)		Spesifik Hacim(cm ³ /g)		Pişme Kaybı (%)	
		K.O	F	K.O	F	K.O	F	K.O	F
Karnabahar Unu Seviyesi (%)	4	0,02	11,91**	939,86	68,30**	1,09	60,19**	1,72	18,21**
Hata	15	0,02		13,76		0,02		0,09	

*(p<0,05) düzeyinde önemli, **(p<0,01) düzeyinde önemli

Tablo 4.2'ye bakıldığında karnabahar unu seviyesinin kekin ağırlığı, hacmi, spesifik hacmi ve pişme kaybı üzerinde çok önemli (p<0,01) etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlerin karnabahar unu seviyesi değişkenine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3. Piriç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin ağırlık, hacim, spesifik hacim, pişme kaybı değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (ortalama ± standart hata)*

Karnabahar Unu Seviyesi (%)	n	Ağırlık (g)	Hacim (cm ³)	Spesifik Hacim (cm ³ /g)	Pişme Kaybı (%)
0	4	29,92±0,04b	104,79±0,21a	3,48±0,01a	14,44±0,15a
2,5	4	30,07±0,06b	102,71±1,15a	3,42±0,03a	14,05±0,14ab
5	4	30,34±0,12a	95,00±3,68b	3,12±0,14b	13,61±0,25bc
10	4	30,34±0,03a	77,71±1,33c	2,56±0,04c	13,32±0,08c
15	4	30,54±0,03a	70,42±0,72d	2,31±0,02d	12,74±0,09d

*Aynı harf ile gösterilen ortalamalar istatistiki anlamda birbirinden farklıdır (p<0,05).

Tablo 4.3 incelendiğinde en düşük kek ağırlığının kontrol grubu ve %2,5'luk karnabahar unu içeren keklerde olduğu, %5 ve üzeri seviyelerde karnabahar unu ilavesiyle elde edilen keklerin ağırlıklarında istatistiksel anlamda önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Hacim ve spesifik hacim değerleri kıyaslandığında, %2,5 karnabahar unu içeren kekler ile kontrol keki arasında önemli bir fark olmadığı ($p>0,05$) ancak artan karnabahar unu seviyesiyle birlikte bu değerlerde önemli ($p<0,05$) bir düşüş meydana geldiği tespit edilmiştir. İkame edilen karnabahar unu seviyesi arttıkça keklerin pişme kaybı değerinde önemli bir düşüş gözlenmiş ve en düşük pişme kaybı değerinin %15 karnabahar unu içeren keklere ait olduğu saptanmıştır.

Karnabahar ununun diyet lif içeriğinin yüksek olduğu bildirilmiştir [48, 58]. Yapılan bir araştırmada formülasyona eklenen diyet lif oranının artmasıyla, son ürünün hacim ve spesifik hacim değerlerinde azalma meydana geldiği rapor edilmiştir [59]. Sudha ve ark. (2007) elma posasının kek üzerine etkisini saptamak amacıyla yaptıkları araştırmada elma posası ikamesinin artışı ile keklerin spesifik hacminin azaldığını tespit etmişlerdir [60]. Benzer çalışmalarda da diyet lif miktarındaki artışın fırın ürünlerinde hacim ve spesifik hacim değerlerini düşürdüğü rapor edilmiştir [33, 61, 62].

Bir diğer çalışmada da kek formülasyonuna ilave edilen %12 oranında diyet lifin kekin spesifik hacmini düşürdüğü belirtilmiş ve bu düşüş diyet lifin yüksek su tutma kapasitesine atfedilmiştir [63]. Karnabaharın yüksek su tutma kapasitesine sahip olması [48, 49] ve mevcut çalışmada kullanılan karnabahar ununun diyet lif içeriğinin pirinç unundan çok daha fazla olması (Tablo 3.1) nedeniyle karnabahar unu içeren keklerin hacim ve spesifik hacim değerlerinin düştüğü düşünülmektedir.

Bununla birlikte karnabaharda yer alan liflerin soslara eklendiğinde sos viskozitesini artırdığı ifade edilmiştir [64]. Kekin hacim ve spesifik hacmini etkileyen en önemli unsurun hamur viskozitesi olduğu bildirilmiş ve pişme esnasında formülasyona ilave edilen kabartma tozunun ürettiği hava ile kek hamurunun karıştırılması aşamasında dışarıdan eklenen havanın hamur bünyesinde tutulabilmesi için uygun viskozitenin şart olduğu belirtilmiştir [65]. Gomez ve ark. (2010) keklerde düşük oranda lif kullanıldığında hamur viskozitesinde ufak bir artış meydana geldiğini ve bu artışın gaz tutulmasına yardımcı olarak kek hacmini artırdığı bildirmiş ancak yüksek oranda lif kullanıldığında hamur viskozitesinde artış görüldüğü ve bu durumun genişlemeyi engellediği için kek hacminde düşüşe sebep olduğu ifade etmişlerdir [66]. Diyet lif içeriği yüksek olan

karnabaharın farklı oranlarda kek karışımına eklediğinde artan hamur viskozitesinin de kek hacmi ve spesifik hacmini düşüren bir diğer etken olduğu düşünülmektedir.

Kontrole kıyasla karnabahar unu kullanılan keklerin daha ağır ve pişme kaybı değerinin daha düşük oluşu (Tablo 4.3) diyet liflerin su bağlama özelliğine atfedilebilir. Glutensiz kek üretiminde yeşil muz içi ununun kullanıldığı bir çalışmada yeşil muz içi oranının artmasıyla pişme kaybında azalma saptanmış ve bunun nedeni olarak yeşil muz içi ununda yüksek oranda yer alan liflerin su tutma kapasitelerinin yüksek olması gösterilmiştir [33].

4.2. Kek Örneklerine Ait Nem ve Kül Değerleri

Farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak üretilen kek örneklerinin nem ve kül değerlerine ait sonuç ortalamaları Tablo 4.4’de, bu değerlere ait varyans sonuçları ise Tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4.4. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin nem ve kül analizlerine ait değerlerin sonuç ortalamaları (\pm standart hata).

Karnabahar Unu Seviyesi (%)	Tekerrür	Nem (%)	Kül (%)
%0	1	24,33 \pm 0,18	0,62 \pm 0,00
	2	24,77 \pm 0,98	0,61 \pm 0,01
%2,5	1	25,93 \pm 0,31	0,65 \pm 0,01
	2	25,58 \pm 0,48	0,66 \pm 0,01
%5	1	25,76 \pm 0,12	0,69 \pm 0,03
	2	27,58 \pm 0,41	0,67 \pm 0,00
%10	1	27,05 \pm 0,08	0,66 \pm 0,01
	2	27,09 \pm 0,01	0,76 \pm 0,03
%15	1	27,20 \pm 0,23	0,78 \pm 0,07
	2	26,68 \pm 0,28	0,82 \pm 0,02

Tablo 4.5. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin nem ve kül analizlerine ait değerlerin varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynağı	SD	Nem (%)		Kül (%)	
		K.O	F	K.O	F
Karnabahar Unu Seviyesi	4	4,44	9,25*	0,02	11,91**
Hata	15	0,48		0,02	

*(p<0,05) düzeyinde önemli, **(p<0,01) düzeyinde önemli

Tablo 4.5'ye bakıldığında karnabahar unu seviyesinin nem üzerinde önemli düzeyde (P<0,05) etkili iken kül üzerinde ise çok önemli (p<0,01) etkiye sahip olduğu görülmektedir (Tablo 4.5). Karnabahar unu seviyesi değişkenine ait nem ve kül değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin nem ve kül analizlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (ortalama ± standart hata)*

Karnabahar Unu Seviyesi (%)	n	Nem (%)	Kül (%)
0	4	24,55±0,43c	0,62±0,01c
2,5	4	25,75±0,26b	0,65±0,01bc
5	4	26,67±0,55ab	0,68±0,01bc
10	4	27,07±0,03a	0,71±0,03b
15	4	26,94±0,21a	0,80±0,03a

*Aynı harf ile gösterilen ortalamalar istatistiki anlamda birbirinden farklıdır (p<0,05).

Tablo 4.6 incelendiğinde en düşük nem içeriğinin kontrol grubu keklerle ait olduğu, %10 karnabahar unu oranına kadar, formülasyonda kullanılan karnabahar unu miktarı arttıkça nem içeriğinde artış meydana geldiği görülmektedir. Karnabahar ununun %10, %15 oranında ilavesiyle üretilen keklerin nem içeriklerinde ise istatistiki anlamda önemli bir farkın olmadığı gözlemlenmiştir ($p>0,05$). Kontrol grubu keklerin en düşük kül içeriğine sahip olduğu, pirinç unu yerine ikame edilen karnabahar unu miktarı arttıkça kül içeriğinin de arttığı görülmektedir. %2,5 ve %5 oranlarında karnabahar unu ihtiva eden keklerin kül içerikleri istatistiksel açıdan farklılık göstermezken ($p>0,05$) en yüksek kül içeriği %15 oranında karnabahar unu içeren kek örneklerine aittir (Tablo 4.6).

Kontrol keki üretiminde kullanılan pirinç ununun nem içeriği %9,88 iken karnabahar ununun nem içeriği %11,42 olarak saptanmıştır (Tablo 3.1). Pirinç ununun ihtiva ettiği nem içeriğinin raporlandığı araştırmada pirinç ununun nem içeriği %10,55±0,29 olarak tespit edilmiştir [59]. Yapılan bir diğer araştırma da pirinç ununun nem içeriği %11,25 rapor edilmiştir [67]. Kullanılan karnabahar ununun nem içeriğinin pirinç unundan daha yüksek olmasının yanında kek örneklerinin nem içeriğinin yüksek oluşunun en büyük nedeninin diyet lif miktarındaki artış olduğu düşünülmektedir.

Pirinç ununda yer alan kül miktarının belirtildiği bir çalışma da pirinç ununun kül içeriği değeri %0,47±0,08 olarak bulunmuştur [10]. Kontrol keki üretiminde kullanılan pirinç ununun kül içeriği %0,38 iken karnabahar ununun kül içeriği %7,05 olarak saptanmıştır (Tablo 3.1). Dolayısıyla formülasyonda kül içeriği düşük olan pirinç ununun yerine kül içeriği daha yüksek olan karnabahar ununun kullanılmasıyla elde edilecek keklerin kül içeriklerinin de artması kaçınılmazdır.

4.3. Kek Örneklerine Ait Simetri İndeksi, Tekdüzelik İndeksi ve Hacim İndeksi Değerleri

Farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak üretilen kek örneklerinin simetri indeksi, tekdüzelik indeksi ve hacim indeksi değerlerine ait sonuç ortalamaları Tablo 4.7’de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Tablo 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.7. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin hacim indeksi, simetri indeksi ve tekdüzelik indeksine ait değerlerin sonuç ortalamaları (\pm standart hata).

Karnabahar Unu Seviyesi (%)	Tekerrür	Hacim İndeksi (mm)	Simetri İndeksi (mm)	Tekdüzelik İndeksi (mm)
%0	1	111,50 \pm 0,50	-5,00 \pm 1,00	0,00 \pm 0,00
	2	106,50 \pm 2,50	-3,00 \pm 1,00	0,00 \pm 0,00
%2,5	1	107,00 \pm 1,00	-2,00 \pm 1,00	0,00 \pm 1,00
	2	107,00 \pm 0,00	-2,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00
%5	1	99,00 \pm 2,00	0,00 \pm 1,00	0,00 \pm 1,00
	2	93,70 \pm 2,70	1,30 \pm 0,70	0,00 \pm 0,00
%10	1	84,50 \pm 2,50	1,00 \pm 1,00	0,00 \pm 0,00
	2	88,80 \pm 1,20	-0,30 \pm 0,70	0,70 \pm 0,30
%15	1	88,00 \pm 0,00	2,00 \pm 0,00	-1,00 \pm 1,00
	2	94,00 \pm 3,00	4,00 \pm 1,00	0,30 \pm 0,70

Tablo 4.8. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin hacim indeksi, simetri indeksi ve tekdüzelik indeksine ait değerlerin varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynağı	SD	Hacim İndeksi (mm)		Simetri İndeksi (mm)		Tekdüzelik İndeksi (mm)	
		K.O	F	K.O	F	K.O	F
Karnabahar Unu Seviyesi	4	405,69	36,81**	28,76	17,03**	0,22	0,36
Hata	15	11,02		1,69		0,62	

*($p < 0,05$) düzeyinde önemli, **($p < 0,01$) düzeyinde önemli

Tablo 4.8 incelendiğinde kek üretiminde kullanılan karnabahar unu seviyesinin hacim indeksi ve simetri indeksi üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olurken, tekdüzelik indeksi üzerinde etkili olmadığı görülmektedir ($p>0,05$).

Tablo 4.9. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin hacim indeksi, simetri indeksi ve tekdüzelik indeksi analizlerine ait değerlerin karnabahar unu seviyesi değişkenine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (ortalama \pm standart hata)*

Karnabahar Unu Seviyesi (%)	n	Hacim İndeks (mm)	Simetri İndeks (mm)	Tekdüzelik İndeks (mm)
0	4	109,00 \pm 1,80a	-4,00 \pm 0,80d	0,00 \pm 0,00a
2,5	4	107,00 \pm 0,40a	-2,00 \pm 0,40c	0,00 \pm 0,40a
5	4	96,33 \pm 2,10b	0,67 \pm 0,60b	0,00 \pm 0,40a
10	4	85,67 \pm 1,30d	0,33 \pm 0,60b	0,33 \pm 0,20a
15	4	91,00 \pm 2,10c	3,00 \pm 0,70a	-0,33 \pm 0,60a

*Aynı harf ile gösterilen ortalamalar istatistiki anlamda birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Karnabahar unu seviyesindeki artışla birlikte genel olarak keklerin hacim indeksi değerinin azaldığı, simetri indeksi değerinin ise arttığı tespit edilmiştir (Tablo 4.9). Tablo 4.9 incelendiğinde en yüksek hacim indeksi değeri kontrol grubu keklere, en düşük hacim indeksi değeri ise %10 karnabahar unu ilavesi ile üretilen keklere ait olduğu görülmektedir. En yüksek simetri indeksine sahip keklerin %15 karnabahar unu ikame edilerek üretilen kekler, en düşük simetri indeksi değerine sahip keklerin ise kontrol grubu kekler olduğu gözlemlenmiştir.

Hacim indeksi değerleri keklerin net hacim değerlerini belirtmeyip keklerin hacmi hakkında fikir vermektedir [68]. Yüksek kek hacmi elde edebilmek için kek hamurunun hava kabarcığı ve CO₂ tutma kapasitesi fazla olması istenmekte ve bununla beraber hamur viskozitesi de önem arz etmektedir [69]. Karnabahar unu ilaveli keklerin hacim değerlerindeki düşüşün; karnabahar unu ilavesiyle kek hamurunda oluşan zayıf gluten ağı ile beraber hava kabarcıklarını tutan yapının yeterli olamamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Hacim indeksi değerinin hacim değeri ile uyum içerisinde olduğu kolaylıkla ifade edilebilir (Tablo 4.1, Tablo 4.7). Kek hacmi ve hacim indeksi arasında doğrusal ilişki olduğu ifade edilmiştir [70, 71].

Simetri indeksi ise kekin dış hat yapısı hakkında bilgi vermekte olup, yüksek simetri indeksine sahip keklerde kabarık, bombeli bir üst yapı gözlemlenirken; düşük simetri indeksine sahip keklerde ise kabarmamış, düz bir üst yüzey görülmektedir [68]. Buna göre kontrol grubu kek yüzeyinin merkezi çökük iken karnabahar unu kullanım seviyesi arttıkça merkezin yükseldiği ve daha bombeli bir üst yüzey elde edildiği söylenebilir. Tekdüzelik indeksi ise kekin yan profilini belirlemek için kullanılmakta olup iki eşit parçaya bölünen kekin merkez noktasından sağ ve sol yanlarına eşit uzaklıktaki iki noktanın yüksekliklerinin farkı alınarak ölçülür [72] ve değerler sıfıra yakın olması istenilmektedir. Sıfır değerinden uzaklaştıkça kekin sağ veya sol kısmı daha yukarıda olmakta ve söz konusu durum keklerde istenilmemektedir. Tekdüzelik indeksi ölçümünde negatif veya pozitif değer elde edilebilmektedir.

4.4. Kek Örneklerine Ait Renk Analiz Sonuçları

Farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak üretilen kek örneklerinin renk değerlerine ait sonuç ortalamaları Tablo 4.10'de, bu değerlere ait varyans sonuçları ise Tablo 4.11'de verilmiştir.

Tablo 4.10. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin kabuk ve iç renk (L^* , a^* ve b^*) analizlerine ait sonuç ortalamaları (\pm standart hata).

Karnabahar Unu Seviyesi (%)	Tekerrür	Kek Kabuk Rengi Değerleri			Kek İç Rengi Değerleri		
		L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
%0	1	51,84 \pm 0,45	10,79 \pm 0,13	22,49 \pm 0,19	66,81 \pm 0,21	-1,97 \pm 0,02	20,15 \pm 0,17
	2	51,92 \pm 1,72	10,66 \pm 0,22	22,42 \pm 0,24	68,31 \pm 1,57	-1,95 \pm 0,05	20,10 \pm 0,37
%2,5	1	46,90 \pm 1,01	12,22 \pm 0,14	19,87 \pm 0,10	66,94 \pm 0,06	-1,87 \pm 0,01	20,76 \pm 0,64
	2	45,94 \pm 0,83	12,75 \pm 0,22	19,33 \pm 0,31	66,53 \pm 0,45	-1,82 \pm 0,09	21,52 \pm 0,32
%5	1	40,47 \pm 0,32	13,51 \pm 0,20	17,35 \pm 0,49	68,14 \pm 0,35	-2,27 \pm 0,01	21,92 \pm 0,04
	2	40,86 \pm 1,48	14,05 \pm 0,03	17,74 \pm 0,04	67,70 \pm 0,32	-2,31 \pm 0,05	21,81 \pm 0,15
%10	1	32,43 \pm 0,02	13,29 \pm 0,36	13,77 \pm 0,12	63,75 \pm 0,33	-1,50 \pm 0,04	21,77 \pm 0,11
	2	32,05 \pm 0,52	13,53 \pm 0,85	13,71 \pm 0,47	63,57 \pm 1,07	-1,55 \pm 0,11	21,18 \pm 1,04
%15	1	32,66 \pm 0,41	13,26 \pm 0,15	13,54 \pm 0,23	64,26 \pm 0,40	-0,80 \pm 0,12	20,29 \pm 0,15
	2	32,31 \pm 0,74	13,66 \pm 0,19	13,67 \pm 0,44	64,02 \pm 0,44	-0,75 \pm 0,03	19,85 \pm 0,19

Tablo 4.11. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin kabuk rengi (L*, a* ve b*) analizlerine ait değerlerin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	Kek Kabuk Rengi Değerleri					
		L*		a*		b*	
		K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Karnabahar unu seviyesi	4	296,80	252,81**	6,16	31,67**	58,19	379,24**
Hata	15	1,17		0,20		0,15	

*(p<0,05) düzeyinde önemli, **(p<0,01) düzeyinde önemli

Tablo 4.12. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin iç renk (L*, a* ve b*) analizlerine ait değerlerin varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	SD	Kek İç Rengi Değerleri					
		L*		a*		b*	
		K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Karnabahar unu seviyesi	4	15,58	19,87**	1,32	214,60**	2,60	7,23**
Hata	15	0,78		0,01		0,36	

*(p<0,05) düzeyinde önemli, **(p<0,01) düzeyinde önemli

Farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak üretilen kek örneklerinin kabuk ve iç renk L*, a* ve b* renk değerlerine çok önemli düzeyde (P<0,01) etkili olduğu görülmüştür (Tablo 4.11, Tablo 4.12).

Tablo 4.13. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin kabuk renk (L*, a* ve b*) analizlerine ait değerlerin karnabahar unu seviyesi değişkenine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (ortalama ± standart hata)*

Karnabahar Unu Seviyesi (%)	n	Kek Kabuk Rengi Değerleri		
		L*	a*	b*
0	4	51,88±0,73a	10,72±0,11c	22,45±0,13a
2,5	4	46,42±0,60b	12,48±0,19b	19,60±0,20b
5	4	40,67±0,63c	13,78±0,18a	17,54±0,23c
10	4	32,24±0,24d	13,41±0,38a	13,74±0,20d
15	4	32,48±0,36d	13,44±0,14a	13,60±0,20d

*Aynı harf ile gösterilen ortalamalar istatistiki anlamda birbirinden farklıdır (p<0,05).

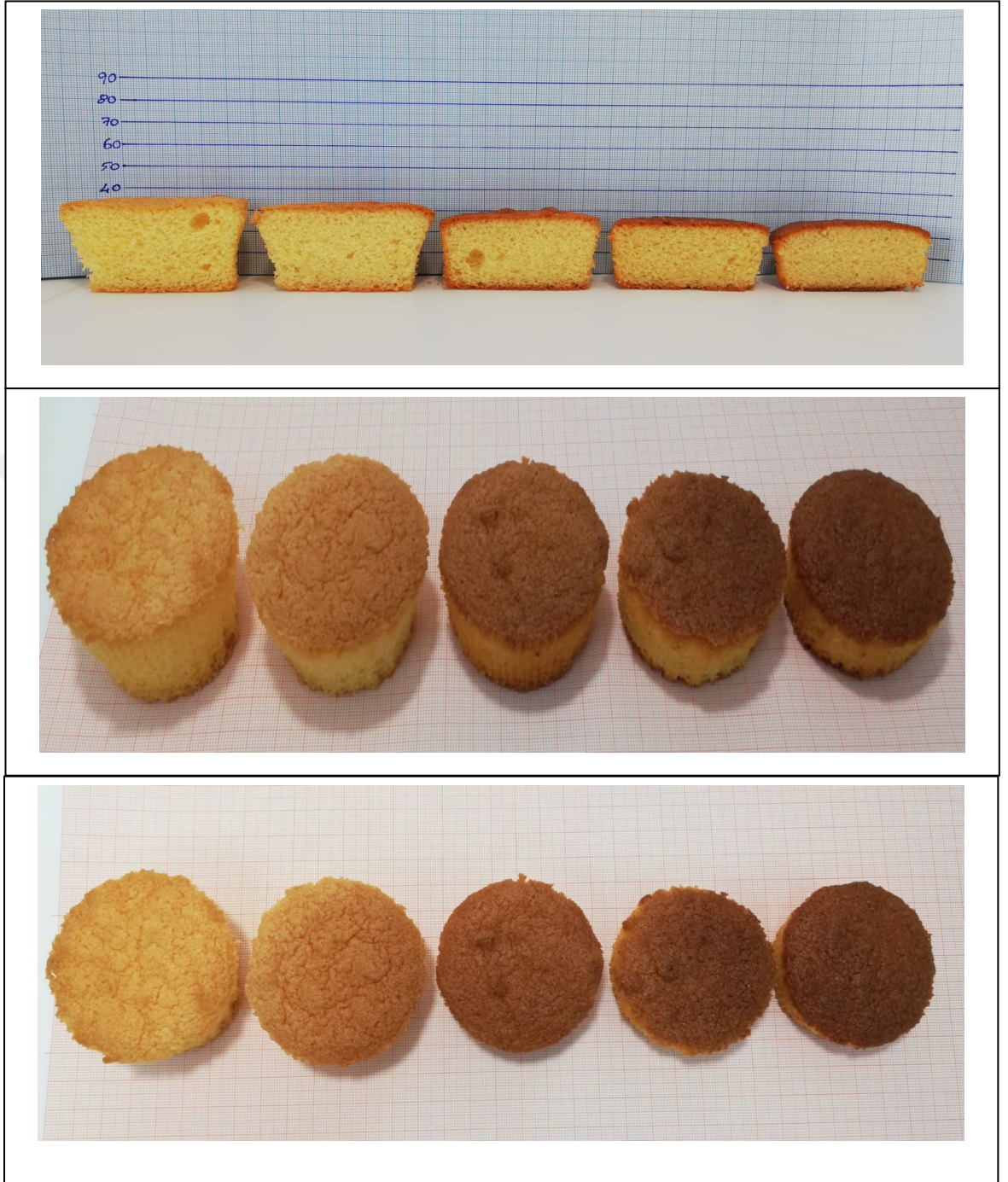
Tablo 4.14. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin iç renk (L*, a* ve b*) analizlerine ait değerlerin karnabahar unu seviyesi değişkenine ait duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (ortalama ± standart hata)*

Karnabahar Unu Seviyesi (%)	n	Kek İç Rengi Değerleri		
		L*	a*	b*
0	4	67,56±0,78a	-1,96±0,02c	20,13±0,28b
2,5	4	66,73±0,22a	-1,84±0,04c	21,14±0,36a
5	4	67,92±0,23a	-2,29±0,03d	21,86±0,07a
10	4	63,66±0,46b	-1,53±0,05b	21,47±0,46a
15	4	64,14±0,25b	-0,77±0,05a	20,07±0,16b

*Aynı harf ile gösterilen ortalamalar istatistiki anlamda birbirinden farklıdır (p<0,05).

Yapılan ölçümlerde L* değeri 0 (koyuluk) ve 100 (açıklık) arasındaki aydınlık derecesini, (-)a* renk değeri yeşilliği, (+)a* renk değeri kırmızılığı, (-)b* renk değeri maviliği, (+)b* renk değeri ise sarılığı ifade etmektedir [74, 75].

Elde edilen varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre glutensiz kek formülasyonuna farklı oranlarda karnabahar unu eklenmesi L* değerlerini istatistiksel olarak çok önemli ölçüde ($p<0,05$) etkilemiştir (Tablo 4.13, Tablo 4.14). Karnabaharın ihtiva ettiği diyet lifin [48] tüm kek örneklerinde, kek iç ve kabuk rengi fark etmeksizin, parlaklık değerini (L*) istatistiki anlamda çok önemli ölçüde düşürdüğü ve rengi koyulaştırdığı görülmektedir. Yine karnabahar unu oranının artışıyla beraber kek iç ve kabuk renginin a*(kırmızılık) değerini istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilemiştir ($p<0,05$). b*(sarılık) değeri ise ikame edilen karnabahar unu miktarı arttıkça kek iç rengi ve kek kabuk renginde önemli değişime ($p<0,05$) sebebiyet vermiştir (Tablo 4.13, Tablo 4.14).



Şekil 4.1. Gluteniz kek örneklerinin renk değişimleri (soldan sağa doğru %0 gluteniz kek, %2,5 karnabahar unlu gluteniz kek, %5 karnabahar unlu gluteniz kek, %10 karnabahar unlu gluteniz kek, %15 karnabahar unlu gluteniz kek)

Tüketici beğenisi açısından en önemli duyuşal özelliklerinden birisi olan renk, kek içinde en belirgin kalite parametrelerinden biridir [76]. Kek renginde kek formülasyonunda yer alan bileşenler etken olmaktadır. Söz konusu bileşenler var olan renkleriyle son ürünün rengini etkileyebildiği gibi pişirme esnasında özellikle ürün yüzeyinde bazı fizikokimyasal değişiklikler (maillard reaksiyonu ve karamelizasyon) meydana gelmekte ve yine son ürün rengi değişmektedir [77]. Maillard reaksiyonları indirgeyici şeker, amino asitler ve azot içeren bileşiklerin varlığında gerçekleşir ve reaksiyon sonunda melanoidin oluşumu gözlenir. Öte yandan, sukroz dahil karbohidratların yüksek sıcaklıklarda doğrudan ısıtılmasıyla karamelizasyon reaksiyonları meydana gelir. Bazı durumlarda bu reaksiyonların her ikisi de gerçekleşebilir [78].

Yapılan bir araştırmada diyet lif kaynağı kullanım oranı arttıkça kek kabuğunun renk değerlerinden; L* (parlaklık) değeri azalmış, a* (kırmızılık) değeri ise artışa paralel olarak artış göstermiştir. b* (sarılık) değeri ise kullanılan diyet lifi türüne bağılı olarak değişkenlik göstermiştir [59]. Bir diğere çalışmada da diyet lif içeriği yüksek olan mısır kepeği kek formülasyonuna ilave edilmiş ve kek kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırmacı kullanılan mısır kepeği oranının artışıyla kek içi L* değerinin azaldığını bir diğere ifadeyle kek iç renginin parlaklığını kaybederek koyulaştığını tespit etmiştir [79]. Rapor edilen tüm bu sonuçların tarafımızca yapılan çalışma sonuçlarına paralel olduğu görülmektedir.

4.5. Kek Örneklerinin Tekstür Profil Analiz Sonuçları

Farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak üretilen kek örneklerinin tekstür profil analiz değerlerine ait sonuç ortalamaları Tablo 4.15 ve Tablo 4.16’da, bu değerlere ait varyans sonuçları ise Tablo 4.17 ve Tablo 4.18’de verilmiştir.

Tablo 4.15. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin sertlik, esneklik, kohesivlik ve sakızimsılık değerlerine ait sonuç ortalamaları (\pm standart hata)

Karnabahar Unu Seviyesi (%)	Tekerrür	Sertlik (N)	Esneklik	Kohesivlik	Sakızimsılık (N)
%0	1	2,82 \pm 0,00	0,993 \pm 0,000	0,787 \pm 0,002	2,22 \pm 0,01
	2	3,00 \pm 0,00	0,993 \pm 0,000	0,792 \pm 0,000	2,38 \pm 0,01
%2,5	1	2,87 \pm 0,03	0,993 \pm 0,000	0,785 \pm 0,001	2,27 \pm 0,00
	2	3,02 \pm 0,04	0,993 \pm 0,000	0,796 \pm 0,000	2,41 \pm 0,03
%5	1	4,33 \pm 0,12	0,989 \pm 0,001	0,793 \pm 0,002	3,42 \pm 0,08
	2	5,23 \pm 0,09	0,979 \pm 0,001	0,789 \pm 0,000	4,13 \pm 0,07
%10	1	6,75 \pm 0,15	0,960 \pm 0,000	0,763 \pm 0,000	5,00 \pm 0,04
	2	8,05 \pm 0,01	0,964 \pm 0,004	0,761 \pm 0,000	6,13 \pm 0,01
%15	1	7,35 \pm 0,13	0,956 \pm 0,001	0,753 \pm 0,000	5,31 \pm 0,13
	2	6,84 \pm 0,01	0,976 \pm 0,001	0,762 \pm 0,001	4,74 \pm 0,00

Tablo 4.16. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin çignenebilirlik, elastikiyet ve yapışkanlık değerlerine ait sonuç ortalamaları (\pm standart hata).

Karnabahar Unu Seviyesi (%)	Tekerrür	Çignenebilirlik (N)	Elastikiyet	Yapışkanlık (N.s)
%0	1	2,20 \pm 0,01	0,420 \pm 0,002	0,000 \pm 0,000
	2	2,37 \pm 0,01	0,421 \pm 0,002	0,000 \pm 0,000
%2,5	1	2,26 \pm 0,00	0,416 \pm 0,000	0,000 \pm 0,000
	2	2,40 \pm 0,02	0,413 \pm 0,001	0,000 \pm 0,000
%5	1	3,39 \pm 0,09	0,408 \pm 0,001	-0,003 \pm 0,000
	2	4,03 \pm 0,07	0,406 \pm 0,001	-0,005 \pm 0,000
%10	1	4,80 \pm 0,04	0,371 \pm 0,000	-0,004 \pm 0,000
	2	5,88 \pm 0,03	0,371 \pm 0,001	-0,006 \pm 0,000
%15	1	5,08 \pm 0,11	0,357 \pm 0,000	-0,007 \pm 0,001
	2	4,60 \pm 0,02	0,371 \pm 0,001	-0,008 \pm 0,000

Tablo 4.17. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin sertlik, esneklik, kohesivlik ve sakızimsılık analizlerine ait değerlerin varyans analiz sonuçları.

Varyasyon kaynakları	SD	Sertlik (N)		Esneklik		Kohesivlik		Sakızimsılık (N)	
		K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Karnabahar unu seviyesi	4	17,637	67,690**	0,009	24,288**	0,001	62,400**	8,976	60,959**
Hata	15	0,261		3,632x 10 ⁻⁰⁵		1,797x 10 ⁻⁰⁵		0,147	

*(p<0,05) düzeyinde önemli, **(p<0,01) düzeyinde önemli

Tablo 4.18. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin sertlik, esneklik, kohesivlik ve sakızimsılık analizlerine ait değerlerin varyans analiz sonuçları.

Varyasyon kaynakları	SD	Çiğnenebilirlik (N)		Elastikiyet		Yapışkanlık	
		K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Karnabahar unu seviyesi	4	7,863	61,404**	0,003	188,247**	4,08x10 ⁻⁰⁵	56,860**
Hata	15	0,128		1,433x 10 ⁻⁰⁵		7,167x 10 ⁻⁰⁷	

*(p<0,05) düzeyinde önemli, **(p<0,01) düzeyinde önemli

Farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak üretilen kek örneklerinin çiğnenebilirlik, elastikiyet, yapışkanlık, sertlik (N), esneklik, kohesivlik ve sakızimsılık değerlerine çok önemli düzeyde (P<0,01) etkili olduğu görülmüştür (Tablo 4.17, Tablo 4.18).

Tablo 4.19. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin sertlik (N), esneklik, kohesivlik ve sakızimsılık değerlerinin karnabahar unu seviyesi değişkenine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (ortalama \pm standart hata)*

Karnabahar Unu Seviyesi (%)	n	Sertlik (N)	Esneklik	Kohesivlik	Sakızimsılık
0	4	2,91 \pm 0,05c	0,993 \pm 0,000a	0,790 \pm 0,002a	2,30 \pm 0,05c
2,5	4	2,94 \pm 0,05c	0,993 \pm 0,000a	0,790 \pm 0,003a	2,34 \pm 0,04c
5	4	4,78 \pm 0,27b	0,984 \pm 0,003a	0,791 \pm 0,001a	3,77 \pm 0,21b
10	4	7,40 \pm 0,38a	0,962 \pm 0,002b	0,762 \pm 0,001b	5,56 \pm 0,33a
15	4	6,80 \pm 0,32a	0,966 \pm 0,006b	0,758 \pm 0,003b	5,02 \pm 0,17a

*Aynı harf ile gösterilen ortalamalar istatistiki anlamda birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Tablo 4.20. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin çığnenebilirlik (N), elastikiyet ve yapışkanlık (N.s) değerlerinin karnabahar unu seviyesi değişkenine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (ortalama \pm standart hata)*

Karnabahar Unu Seviyesi (%)	n	Çığnenebilirlik (N)	Elastikiyet	Yapışkanlık (N.s)
0	4	2,29 \pm 0,05c	0,420 \pm 0,001a	0,000 \pm 0,000a
2,5	4	2,33 \pm 0,04c	0,414 \pm 0,001b	0,000 \pm 0,000a
5	4	3,71 \pm 0,19b	0,407 \pm 0,001c	-0,004 \pm 0,001b
10	4	5,34 \pm 0,31a	0,371 \pm 0,000d	-0,005 \pm 0,001b
15	4	4,84 \pm 0,15a	0,364 \pm 0,004e	-0,007 \pm 0,000c

*Aynı harf ile gösterilen ortalamalar istatistiki anlamda birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Örneği belli bir düzeye kadar deforme etmek için gereken kuvvet ya da ilk sıkıştırma için gereken maksimum kuvvet olarak tanımlanan sertlik değeri [80] yapmış olduğumuz analizde $2,82\pm 0,00$ N ile $8,05\pm 0,01$ N arasında değişmektedir (Tablo 4.15).

Tablo 4.20 incelendiğinde glutensiz kek formülasyonuna farklı oranlarda ilave edilen karnabahar unu ürünün sertlik değerini önemli ölçüde ($p<0,05$) etkilemiştir (Tablo 4.19). Yapılan bir araştırmada diyet lif kullanımının glutensiz kek sertliğini büyük oranda arttırdığı ifade edilmiştir [59]. Gerçekleştirilen bir diğer çalışmada formülasyonda farklı lif kullanımının glutensiz kekler üzerine etkileri araştırılmış ve araştırma sonucunda diyet lif içeriğinin artışıyla sertlik değerinin arttığı rapor edilmiştir [46, 81]. Benzer bir diğer sonuç muffin üretiminde şeftali lifi kullanımında da elde edilmiştir. Tespit edilen sonuçlar, şeftali lifi miktarının artmasıyla sertlik değerinin arttığını göstermiştir [82]. Bozdoğan (2015) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise formülasyona ikame edilen yüksek diyet lif içeriğine sahip armut posası tozunun miktarı arttıkça sertlik değeri artmıştır [44]. Karnabahar içeriğinde de mevcut olan diyet lifin [48, 49] üretilen keklerin sertlik değerlerinin artışına doğrudan etkisi olduğu söylenilebilir.

Tablo 4.19’da yer alan esneklik değeri incelendiğinde; istatistiki anlamda çok önemli bir değişim görülmezken ($p>0,05$) Tablo 4.17 incelendiğinde farklı oranlarda kullanılan karnabahar ununun esneklik değeri üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu saptanmıştır ($p<0,01$). Tablo 4.18 ve Tablo 4.20’ye bakıldığında elastikiyet değerinde istatistiki anlamda önemli bir değişim söz konusudur ($p<0,05$). Elastikiyet tekstür analizi esnasında sıkıştırma sonrası ürünün yeniden eski haline gelebilme kapasitesi hakkında bilgi vermekte bir başka ifade ile örneğin ne kadar orijinal hale dönebildiğini göstermektedir [80]. Yapışkanlık değerinde ise kullanılan karnabahar unu oranı artmasıyla önemli ölçüde ($p<0,05$) bir düşüş gözlemlenmektedir (Tablo 4.20). Yapışkanlık; ürün ile temas eden dış, damak gibi yüzeylerin arasında meydana gelen çekim kuvvetlerine karşı koymak için gerekli olan kuvvet şeklinde tanımlanmıştır [80]. Armut posası tozu ilavesiyle üretilen glutensiz keklerin tekstürel özelliklerinin incelendiği bir çalışma da; esneklik değeri, elastikiyet değeri ve yapışkanlık değerleri kullanılan armut posası tozu miktarı arttıkça azalmıştır [59]. Karnabahar unu ilavesinin de artmasıyla bahsi geçen üç değer azalma göstermiştir (Tablo 4.18, Tablo 4.20). Elde edilen bulgular literatürde yer alan diğer araştırmalarla benzer sonuçlar göstermektedir.

Gıda içyapısının parçalanmaya karşı gösterdiği direnç olarak ifade edilen kohesivlik değeri [80] yapılan çalışmada $0,796\pm 0,000$ ile $0,753\pm 0,000$ arasındadır (Tablo 4.15)

Kohesivlik değerinin yer aldığı Tablo 4.19 incelendiğinde formülasyona ikame edilen karnabahar unu, ürünün kohesivlik değerini önemli ölçüde ($p<0,05$) etkilemiştir (Tablo 4.19). İkame edilen karnabahar unu oranı arttıkça kohesivlik değerinde azalma gözlemlenmiştir. Yeşilkanat (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, glutensiz kek formülasyonuna ikame edilen Trabzon hurması tozunun oranı arttıkça kohesivlik (iç yapışkanlık) değerinde azalma meydana gelmiştir [46]. Kim ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada kek formülasyonuna farklı miktarlarda (0-9g Opuntia Humifusa; 100g buğday unu) lifçe zengin Opuntia Humifusa ilave edilmiş ve araştırmacılar diyet lif içeriğinin artışının kohesivlik değerinde azalmaya sebebiyet verdiğini ifade etmişlerdir [83].

Bir diğer parametre olan sakızimsılık, sertlik ve kohesivlik değerlerinin çarpımıyla elde edilen ikincil parametredir. Tablo 4.19 incelendiğinde sakızimsılık değerinde istatistiki anlamda çok önemli bir değişim söz konusudur ($p<0,05$). Farklı oranlarda formülasyona ilave edilen karnabahar unu oranı arttıkça sakızimsılık değerinde artış meydana geldiği saptanmıştır (Tablo 4.19).

İkincil parametrelerden bir diğeri çiğnenebilirlik değeri sakızimsılık ve elastikiyet ya da sertlik, kohesivlik ve elastikiyet değerlerinin çarpımıyla elde edilmektedir. Yarı gıdaları yutulabilir seviyeye getirmek için gereken enerji sakızimsılık olarak ifade edilirken katı gıdaları yutmaya hazır hale dönüştürmek için gerekli olan enerji ise çiğnenebilirlik olarak tanımlanır [84]. Çiğnenebilirlik değerinin yer aldığı Tablo 4.16'ya bakıldığında %10 oranına kadar kullanılan karnabahar unu oranı arttıkça çiğnenebilirlik değerinde artış meydana gelmiş, fakat % 15 oranında formülasyona ikame edilerek üretilen karnabahar unlu keklerin çiğnenebilirlik değerinde düşüş gözlemlenmiştir. Varyans ve Duncan çoklu karşılaştırma tablolarının yer aldığı Tablo 4.20 incelendiğinde çiğnenebilirlik değerinde istatistiksel olarak önemli bir değişim söz konusudur ($p<0,05$). %10 oranına kadar kullanılan karnabahar unu oranının miktarı arttıkça çiğnenebilirlik değeri de paralel olarak artmıştır. %15 oranında karnabahar unu ikameli keklerin çiğnenebilirlik değerlerinde ise azalma meydana gelmiştir (Tablo 4.20).

4.6. Kek Örneklerine Ait Duyusal Analiz Sonuçları

Farklı oranlarda karnabahar unu kullanılarak üretilen kek örneklerinin duyusal analiz değerlerine ait sonuç ortalamaları Tablo 4.21’de, bu değerlere ait varyans sonuçları ise Tablo 4.22’de verilmiştir.

Tablo 4.21. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde yapılan duyusal analizlerde kabuk rengi ve görünümü, iç gözenek yapısı, iç rengi, tat ve aroma, koku, yutulabilirlik, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik değerlerine ait sonuçların ortalamaları (\pm standart hata).

Karnabahar Unu Seviyesi (%)	Kabuk Rengi ve Görünümü	İç Gözenek Yapısı	İç Rengi	Tat ve Aroma	Koku	Yutulabilirlik	Ağızda Bıraktığı His	Genel Kabul Edilebilirlik
0	3,2 \pm 0,3	4,1 \pm 0,2	3,7 \pm 0,3	4,2 \pm 0,1	3,6 \pm 0,4	3,9 \pm 0,2	3,8 \pm 0,2	3,7 \pm 0,2
2,5	4,1 \pm 0,2	4,3 \pm 0,2	4,4 \pm 0,2	4,2 \pm 0,2	4,1 \pm 0,2	4,1 \pm 0,2	4,2 \pm 0,2	4,3 \pm 0,2
5	4,6 \pm 0,2	4,2 \pm 0,3	4,3 \pm 0,2	4,0 \pm 0,2	3,7 \pm 0,3	4,0 \pm 0,2	4,2 \pm 0,3	4,3 \pm 0,2
10	3,7 \pm 0,3	3,7 \pm 0,3	3,7 \pm 0,3	2,8 \pm 0,3	2,5 \pm 0,2	2,7 \pm 0,3	3,0 \pm 0,3	3,1 \pm 0,3
15	3,1 \pm 0,3	2,9 \pm 0,3	3,3 \pm 0,2	2,4 \pm 0,3	1,9 \pm 0,2	2,5 \pm 0,3	2,5 \pm 0,3	2,5 \pm 0,3

Tablo 4.22. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde yapılan duyusal analizlerden elde edilen kabuk rengi ve görünümü, iç gözenek yapısı, iç rengi, tat ve aroma, koku değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon kaynakları	SD	Kabuk Rengi ve Görünümü		İç Gözenek Yapısı		İç Rengi		Tat ve Aroma	
		K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Karnabahar unu seviyesi	4	6,147	5,405**	6,147	5,625**	3,153	4,048**	10,980	13,532**
Hata	70	1,137		0,916		0,779		0,811	

*($p < 0,05$) düzeyinde önemli, **($p < 0,01$) düzeyinde önemli

Tablo 4.23. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde yapılan duyu analizlerinden elde edilen yutulabilirlik, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon kaynakları	SD	Yutulabilirlik		Ağızda Bıraktığı His		Genel Kabul Edilebilirlik	
		K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Karnabahar unu seviyesi	4	8,753	9,379**	8,413	9,358**	8,420	9,405**
Hata	70	0,933		0,899		0,895	

*($p<0,05$) düzeyinde önemli, **($p<0,01$) düzeyinde önemli

Farklı oranlarda karnabahar unu kullanılarak üretilen kek örneklerinde yapılan duyu analizlerinden elde edilen kabuk rengi ve görünümü, iç gözenek yapısı, iç rengi, tat ve aroma, koku, yutulabilirlik, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik parametrelerine çok önemli düzeyde ($P<0,01$) etkili olduğu görülmüştür (Tablo 4.22, Tablo 4.23).

Tablo 4.24. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde yapılan duyu analizlerinde kabuk rengi ve görünümü, iç gözenek yapısı, iç rengi, tat ve aroma, koku değerlerinin karnabahar unu seviyesi değişkenine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (ortalama \pm standart hata)*

Karnabahar Unu Seviyesi (%)	n	Kabuk Rengi ve Görünümü	İç Gözenek Yapısı	İç Rengi	Tat ve Aroma	Koku
0	15	3,20 \pm 0,31c	4,13 \pm 0,19a	3,67 \pm 0,27bc	4,20 \pm 0,14a	3,60 \pm 0,40a
2,5	15	4,13 \pm 0,24ab	4,27 \pm 0,15a	4,40 \pm 0,16a	4,20 \pm 0,22a	4,13 \pm 0,17a
5	15	4,60 \pm 0,19a	4,20 \pm 0,28a	4,33 \pm 0,19ab	4,00 \pm 0,22a	3,73 \pm 0,27a
10	15	3,73 \pm 0,30bc	3,67 \pm 0,30a	3,73 \pm 0,27abc	2,80 \pm 0,30b	2,53 \pm 0,22b
15	15	3,07 \pm 0,32c	2,87 \pm 0,27b	3,33 \pm 0,23c	2,40 \pm 0,25b	1,93 \pm 0,15b

*Aynı harf ile gösterilen ortalamalar istatistiki anlamda birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Tablo 4.25. Pirinç unu yerine farklı seviyelerde karnabahar unu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde yapılan duyusal analizlerde yutulabilirlik, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik değerlerinin karnabahar unu seviyesi değişkenine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (ortalama \pm standart hata)*

Karnabahar Unu Seviyesi (%)	n	Yutulabilirlik	Ağızda Bıraktığı His	Genel Kabul Edilebilirlik
0	15	3,87 \pm 0,22a	3,80 \pm 0,17a	3,67 \pm 0,19ab
2,5	15	4,07 \pm 0,18a	4,20 \pm 0,20a	4,27 \pm 0,18a
5	15	4,00 \pm 0,24a	4,20 \pm 0,26a	4,27 \pm 0,25a
10	15	2,73 \pm 0,28b	3,00 \pm 0,31b	3,13 \pm 0,31bc
15	15	2,47 \pm 0,31b	2,53 \pm 0,26b	2,53 \pm 0,27c

*Aynı harf ile gösterilen ortalamalar istatistiki anlamda birbirinden farklıdır (p<0,05).

Örnekler renk açısından değerlendirildiğinde %5 oranında karnabahar unu içeren örneğin en yüksek puanı aldığı belirlenmiştir. %2,5 ve 5 oranlarında karnabahar unu içeren örneklerin, karnabahar unu içermeyen ve %10 ve 15 oranında içeren örneklere oranla renk açısından daha çok beğenildiği gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda tespit edilmiştir (p<0,05). Üretilen kek örneklerinin tat ve aroma ile kokusu panelistler tarafından değerlendirildiğinde en beğenilen örneğin %2,5 karnabahar unu içeren örnek olduğu belirlenmiştir. Veriler istatistiksel olarak incelendiğinde karnabahar unu miktarının artışıyla örneğin tat ve aroma ile kokusunun kontrol kekine kıyasla daha az beğenildiği tespit edilmiştir (p<0,05). %15 oranında karnabahar unu ikamesiyle üretilen keklerin kokusunun kabul edilemeyecek, ağır düzeyde olduğu panelistler tarafından belirtilmiştir (p<0,05). Yutulabilirlik ve iç gözenek yapısı açısından değerlendirildiğinde, kontrol kek ve %5 oranına kadar karnabahar unlu kekler arasında istatistiki anlamda çok önemli bir fark olmadığı saptanmıştır (p>0,05). %10 ve 15 oranında karnabahar unu ihtiva eden keklerin yutulabilirlik ve iç gözenek yapısı değerleri arasında da istatistiksel anlamda bir fark olmadığı (p>0,05) ve bu keklerin diğerlerine göre beğenilmediği ifade edilebilir. Ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik parametreleri kontrol grubu kekler ile %2,5 ve 5 oranında karnabahar unlu keklerde istatistiki olarak bir fark (p>0,05) görülmezken panelistler tarafından %2,5 ve 5 oranında karnabahar unu içeren kekler eş

değer beğenilmiştir. Elde edilen veriler sonucunda örneklerin besinsel içeriği ve yapısını geliştirmek amacıyla kullanılan karnabahar ununun; %10 ve %15 oranında kullanılarak üretilen kekler panelistler tarafından genel olarak düşük puanlar alıp beğenilmezken, %2.5 oranında karnabahar unu içeren kekler kontrol grubu keke kıyasla daha çok beğenilmiştir. Geliştirilecek formülasyonda %5 oranına kadar karnabahar unu kullanılabilirliği söylenilebilir.

Grigelmo-Miguel et al. (2001) yapmış oldukları çalışmada yağı azaltılmış muffinlere şeftali diyet lifi ilavesinin fiziksel özelliklere ve kabul edilebilirliğe etkisini incelemiştir. Muffin örneklerine %2,3,4,5 ve 10 oranlarında şeftali lifi ilave edilmiş ve %0 ile 4 oranında eklenen diyet lifinin duyu özelliklerinde bir değişiklik olmadığı saptanmıştır. Muffin örneklerine ilave edilen şeftali diyet lifi miktarının artırılmasının tüketiciler tarafından ürün kabul edilebilirliğini azalttığı belirlenmiştir [82].

5.BÖLÜM

SONUÇ

Bu çalışmada farklı oranlarda (%2,5, %5, %10 ve %15) karnabahar ununun katılmasıyla hazırlanan keklerin glutensiz kek üretiminde alternatif ürün olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar aşağıda kısaca özetlenmiştir:

1. Pirinç unu kullanılarak üretilen kontrol keklerin ağırlıkları ile karnabahar unu ilavesiyle üretilen keklerin ağırlıkları kıyaslandığında aralarında önemli bir fark olmadığı ($p>0,05$) tespit edilirken kullanılan karnabahar unu miktarı artırıldığında elde edilen son üründe hacim, pişme kaybı, spesifik hacim değerlerinin daha düşük çıktığı saptanmıştır ($p<0,05$). En az pişme kaybının %15 oranında karnabahar unu ihtiva eden keklerde olduğu rapor sonuçlarına eklenmiştir.
2. En düşük nem içeriğinin kontrol grubu keklere ait olduğu, %10 karnabahar unu oranına kadar, kullanılan karnabahar unu miktarı arttıkça nem içeriğinde paralel bir artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Kontrol grubu keklerin en düşük kül içeriğine sahip olduğu yapılan araştırma da tespit edilirken, formülasyona ikame edilen karnabahar unu miktarının artırılmasıyla kül içeriğinde de artış olduğu saptanmıştır. En yüksek kül içeriğine sahip keklerin %15 karnabahar unu ilavesiyle üretilen kekler olduğu belirlenmiştir.
3. En yüksek hacim indeksi değerinin kontrol grubu keklere, en düşük hacim indeksi değerinin ise %10 karnabahar unlu keklere ait olduğu tespit edilmiştir. En yüksek simetri indeksine sahip keklerin %15 karnabahar unu ikameli kekler olduğu, en düşük simetri indeksi değerinin ise kontrol gurubu keklerde olduğu rapor sonuçlarına eklenmiştir. En yüksek tekdüzelik indeksi değerinin %10 karnabahar unlu keklerde olduğu en düşük tekdüzelik indeksinin ise %15 karnabahar unlu keklerde olduğu saptanmıştır.
4. Kontrol grubu keklerin kabuk renginin daha açık ve sarı olduğu karnabahar unu ilavesiyle üretilen keklerin kabuk renginin ise daha koyu ve kırmızı olduğu gözlemlenmiştir. Keklerde en koyu kabuk rengine %15 karnabahar unlu keklerin sahip olduğu görülmüştür. Keklere karnabahar unu ilavesi kek iç ve kabuk renginin a^* değerini artırdığı saptanmıştır. Kullanılan karnabahar unu oranı arttıkça kabuk rengi b^* değerinde azalma, kek iç rengi b^* değeri %5

karnabahar unlu kek oranına kadar artma %10 ve 15 karnabahar unlu keklerde ise azalma eğilimi göstermiştir.

5. Tekstür profil analizi sonucunda elde edilen sertlik değeri kullanılan karnabahar unu oranı arttıkça paralel bir artış göstermiştir. En yüksek sertlik değeri %15 karnabahar unlu keklere ait iken en düşük sertlik değerinin ise kontrol grubu keklere ait olduğu tespit edilmiştir.
6. Esneklik ve elastikiyet değeri bakımından incelendiğinde; esneklik değerinde çok önemli bir değişim söz konusu değilken, elastikiyet değerinde durum tam tersi olarak gözlemlenmiştir. En yüksek esneklik ve elastikiyet değeri kontrol grubu keklerde olup, en düşük esneklik ve elastikiyet değeri ise %15 karnabahar unu ikameli keklerde ölçülmüştür.
7. Bir diğer parametre olan yapışkanlık değerinde ise kullanılan karnabahar unu oranının artmasıyla önemli ölçüde ($p < 0,05$) düşüş meydana gelmiştir. Kontrol grubu kekler en yüksek yapışkanlık değerine sahipken %15 karnabahar unu ilaveli keklerde en düşük sonuçlar elde edilmiştir.
8. Kohesivlik değeri açısından bakıldığında karnabahar unu oranı arttıkça kohesivlik değerinin azaldığı saptanmıştır. En düşük kohesivlik değerinin kontrol grubu keklerde olduğu en yüksek değer ise %15 karnabahar unlu keklerde olduğu rapor sonuçlarına eklenmiştir.
9. Sakızimsılık değeri kullanılan karnabahar unu oranı arttıkça artış göstermiş, en yüksek sakızimsılık değeri %15 karnabahar unu ikameli keklerde tespit edilmiştir.
10. İkincil bir parametre olan çiğnenebilirlik değeri ise %10 oranına kadar, kullanılan karnabahar unu oranı arttığında çiğnenebilirlik değerinin de arttığı sonucu rapor edilirken, %15 karnabahar unu ikameli keklerin çiğnenebilirlik değerlerinde düşüş saptanmıştır. Tekstür analizlerinden elde sonuçlara göre %2,5 karnabahar unu seviyesinde üretilen keklerin olumsuz bir etki oluşturmadığı istatistiksel açıdan bakıldığında kontrol grubu kek ile %2,5 karnabahar unlu kekler arasında önemli bir fark olmadığı gözlemlenmiştir ($p > 0,05$).
11. Gerçekleştirilen duyu analizi sonucunda kabuk rengi ve görünümü açısından %5 karnabahar unlu kekler en yüksek puanları alırken, %15

karnabahar unlu kekler ile kontrol grubu keklere en düşük puanlar verilmiş olup, aralarında istatistiki anlamda fark saptanmamıştır ($p>0,05$).

12. Panelistler tarafından tat ve aroma ile koku değerlendirilmesi yapıldığında en yüksek skorlar %2.5 karnabahar unlu keklere verilmiştir. Karnabahar unu oranının artışıyla üründe arzu edilmeyen, istenmeyen tat ve koku meydana geldiği %15 karnabahar unlu keklerin kabul edilemeyecek durumda olduğu bildirilmiştir. Farklı oranlarda karnabahar unu kullanılarak elde edilen kek örneklerine ait duyu analizi sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde %2.5 oranında karnabahar unu içeren örneğin diğer örneklerle oranla daha çok beğenildiği gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar ışığında karnabahar ununun glutensiz kek üretiminde %5 seviyesine kadar kullanılabilmesi ifade edilebilir.

Genel bir değerlendirme yapıldığında kontrol kekine en yakın fiziksel, kimyasal ve tekstürel analiz değerlerinin %2,5 karnabahar unu içeren keklere ait olmasına karşın duyu olarak %5 seviyesine kadar karnabahar unu kullanımında ise önemli bir olumsuzluk meydana gelmediği tespit edilmiştir. Bunun üzerindeki kullanım seviyelerinde ise ürünün duyu açıdan kabul edilebilirliğinin düştüğü görülmüştür. Bu bağlamda glutensiz kek üretiminde karnabahar unu kullanımının %5'in üzerinde olmaması gerektiği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Shewry, P.R., Halford, N. G. Belton, P. S. Belton and Tatham, A. S., “The structure and properties of gluten: an elastic protein from wheat grain”, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences*, 133-142, 2002.
2. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı., “Türk gıda kodeksi gluten intoleransı olan bireylere uygun gıdalar tebliği”, 2012/4, Ankara, 2012.
3. Türksoy, S. ve Özkaya, B., “Gluten ve çölyak hastalığı”, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 807-810, Bolu, 2006.
4. Barone, M.V., Troncone, R. and Auricchio, S., “Gliadin peptides as triggers of the proliferative and stress/innate immune response of the celiac small intestinal mucosa”, *International Journal of Molecular Sciences*, 20518-20537, 2014.
5. Bektaş, A. and Özel, M., “Gluten: Dost mu, Düşman mı?”, *Güncel Gastroenteroloji*, 127-134, 2018.
6. Kılıç, H., Hatipoğlu, A. ve Şahin, M., “İnsan Sağlığı Esaslı Ekmeklik Buğday Kalite Yaklaşımları”, *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 857-870, Muş, 2021.
7. Özkaya, V. ve Özkaya, Ş.Ö., “Çölyak hastalığına diyetetik yaklaşım”, *Selçuk Tıp Dergisi*, 186-193, Konya, 2018.
8. Avcı, S. “Glutensiz diyetin kilo kaybı üzerine etkisi”, *İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 2016.
9. Albayrak, S., “Çölyak hastalığı olan çocukların klinik ve laboratuvar bulgularının retrospektif olarak değerlendirilmesi”, *Fırat Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Ana Bilim Dalı*, Elazığ, 2016.
10. Ataman, Ç. ve Gül H., “Leblebi üretiminde yan ürün olarak açığa çıkan kırık leblebi ununun mufin kalitesi üzerine etkisi”, *Black Sea Journal of Agriculture*, 308-316, 2020.
11. Kagnoff, M.F., “Celiac disease: pathogenesis of a model immunogenetic disease”, *The Journal of Clinical Investigation*, 41-49, 2007.
12. Vader, L.W., Stepniak, D.T., Bunnik, E.M., Kooy, Y.M.C., Haan. W.D., Drijfhout, J.W., Veelen, P.A.V. and Koning, F., “Characterization of cereal

- toxicity for celiac disease patients based on protein homology in grains”, *Gastroenterology*, 1105-1113, 2003.
13. Skovbjerg, H., Koch, C., Anthonsen, D. and Sjöström, H., “Deamidation and cross-linking of gliadin peptides by transglutaminases and the relation to celiac disease”, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)*, 220-230, 2004.
 14. Bethune, M.T. and Khosla, C., “Parallels between pathogens and gluten peptides in celiac sprue”, *PLoS Pathogens*, e34, 2008.
 15. Topaloğlu, K., “Glutensiz bisküvi üretimi”, *Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Bursa, 2019.
 16. Van Bergeijk, J.D., Mulder, C.J. and Thies, J.E., “Coeliac disease. Three cases of delayed diagnosis after a sojourn in the tropics”, *The Netherlands Journal of Medicine*, 222-226, 1993.
 17. Murray, J.A., “The widening spectrum of celiac disease”, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 354-365, 1999.
 18. Demirçeken, F.G., “Gluten enteropatisi (çölyak hastalığı): Klasik bir öykü ve güncel gelişmeler”, *Güncel Gastroentoloji* 15/1, 58-72, 2011.
 19. Varan, C., “Epilepsi tanısıyla takip edilen ve en az bir EEG incelemesinde oksipital lobda epileptik aktivite saptanan çocuklarda çölyak hastalığı sıklığı”, *Gaziantep Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı*, 2013.
 20. Kuloğlu, Z., “Çölyak hastalığı”, *Türkiye Çocuk Hastalıkları Dergisi*, 105-111, 2014.
 21. Genç, İ., Özer, S., Özkan, H., Yağbasanlar, T., Kola, O., Toklu, F. ve Altan, A., “Bazı ekmeklik buğday triticales hatlarının bazı fiziksel, kimyasal ve teknolojik özelliklerinin saptanması üzerine bir araştırma” *Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi*, 550-552, 1997.
 22. Mutlu, C., Tontul S.A., Candal C. ve Erbaş. M., “Bazı tahıl benzeri ürünlerin glutensiz kek üretiminde kullanımı”, *The Journal of Food*, 770-780, 2019.
 23. Özüğür, G. ve Hayta, M., “Tahıl esaslı glutensiz ürünlerin besinsel ve teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesi”, *Gıda*, 287-294, 2011.
 24. Cauvain, S., “Improving the control of staling in frozen bakery products”, *Trends in Food Science & Technology*, 56-61, 1998.

25. Chompoorat, P., Duarte, P.R., Khamsee, Y., Hernandez-Estrada Z.J. and Phetcharat C., “Effect of heat treatment on rheological properties of red kidney bean gluten free cake batter and its relationship with cupcake quality”, *Journal of Food Science and Technology*, 4937-4944, 2018.
26. Üslü, A., “Karnabaharın (Brassica oleracea var. botrytis) Turşuya İşlenmesi”, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Samsun, 2020.
27. Kocaman, A., “Modifiye atmosferde paketlemenin karnabaharın (Brassica oleracea Var. Botrytis L.) kalite ve raf ömrü üzerine etkisi” *Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Hatay, 2015.
28. Kıl, R., ve Paksoy, M., “Organik ve inorganik gübrelerin Aksaray koşullarında karnabahar yetiştiriciliği üzerine etkileri”, *Manas Journal of Agriculture and Science*, 41-46, 2016.
29. Kıyak, S.N., Dağlı, Y., Zeren, Ü., Arıburnu M., Günbandılar, A., Dönmez M. ve Okur, M., “Fonksiyonel bir gıda: Şifalı Top”, *Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 277-279, 2014.
30. Sarikamis, G., Marquez, J., MacCormack, R., Bennett, R., Roberts, J., and Mithen, R., “High glucosinolate broccoli: a delivery system for sulforaphane”, *Mol Breeding*, 219-228, 2006.
31. Lin, C.H. and Chang, C.Y., “Textural change and antioxidant properties of broccoli under different cooking treatments” *Food chemistry*, 9-15, 2005.
32. Türker, B., “Glutensiz Kek Üretimi ve Bazı Fiziksel, Kimyasal, Fonksiyonel Özelliklerinin İncelenmesi” *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Manisa, 2016.
33. Savlak, N. ve Bağdatlıoğlu, N., “Yeni bir fonksiyonel ürün: yeşil muz (musa cavendishii) ve kabuk unlarının glutensiz kek üretiminde kullanımı ve kalite özelliklerinin geliştirilmesi”, *Proje No: 1150922*, Manisa, 2017.
34. Roman, L., Gonzales, A., Espina, T., and Gomez, M. “Degree of roasting of carob flour affecting the properties of gluten-free cakes and cookies”, *Journal of Food Science and Technology*, 2094-2103, 2017.
35. Berk, E., Sumnu, G., and Sahin, S., “Usage of carob bean flour in gluten free cakes” *Chemical Engineering Transactions*, 1909-1914, 2017.

36. Berk, E., “Effects of different flour, gum and protein types on quality of gluten-free cakes”, Middle East Technical University, Ankara, 2016.
37. Sumnu, G., Sahin, S., ve Eda, B., “Hidrokolloidlerin ve keçiyoynuzu ununun hamurun reolojik özellikleri ve kekin kalitesine olan etkisi”, *Gıda*, 754-762, 2017.
38. Bozdoğan, N., Kumcuoglu, S., and Tavman, S., “Investigation of the effects of using quinoa flour on gluten-free cake batters and cake properties”, *Journal of Food Science and Technology*, 683-694, 2019.
39. Levent, H., “The effects of chia (*Salvia hispanica* L.) And quinoa flours on the quality of rice flour and starch based-cakes”, *Gıda*, 644-654, 2018.
40. Itthivadhanapong, P. and Sangnark, A., “Effects of substitution of black glutinous rice flour for wheat flour on batter and cake properties”, *International Food Research Journal*, 1190-1198, 2016.
41. Şumnu, G.S., Başman, A., Turabi, E., Öztürk, M., “Kızıl ötesi-mikrodalga kombinasyonlu fırında pişirilmeye uygun glutensiz kek formülasyonunun optimizasyonu”, *Tübitak Projesi, Proje No: 106O702*, 2009.
42. Yücel, R., “Glütensiz Kek Üretiminde Kullanılan Bazı Zamkların Kalite Üzerine Etkisi”, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Adana, 2009.
43. Şahan, A., “Glutensiz kek üretiminde bamya tohumu unu kullanım olanaklarının araştırılması”, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Denizli, 2022.
44. Bozdoğan, N., “Glutensiz Kek Formülasyonlarında Hidrokolloid ve Diyet Lifi Kullanımının Hamur Reolojisi ve Kek Kalitesi Üzerine Olan Etkilerinin İncelenmesi”, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İzmir, 2015.
45. Koçak, Ş., “Bazı emülgatörlerin glutensiz kek üretiminde kalite üzerine etkileri”, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Iğdır, 2018.
46. Yeşilkanat, N., “Trabzon hurması (*Diospyros kaki*) tozunun glutensiz kek üretiminde şeker ikamesi olarak kullanımı”, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Manisa, 2019.

47. Çelik, C., “Karpuz kabuğu tozunun glutensiz kekta kullanım potansiyeli”, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 2021.
48. Abul-Fadl, M., “Nutritional and chemical evaluation of white cauliflower by-products flour and the effect of its addition on beef sausage quality”, *Journal of Applied Sciences Research*, 693-704, 2012.
49. Kumar, K., Chandra, S., Samsher, Chauhan, N., Singh, J. And Kumar M., “Functional properties of food commodities (wheat, kidney bean, cowpea, turnip, cauliflower) flours”, *International Journal of Chemical Studies*, 1199-1202, 2017.
50. Mete, M. ve Altiner, D.D., “Eriştenin farklı un katkıları ile zenginleştirilmesi”, *Akademik Gıda*, 252-256, 2018.
51. Karaoğlu, M.M., Malek. S., Bedir. Y., ve Boz, Y., “Kavrulmuş Buğday ve Arpadan Elde Edilen Unların Keklerin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi”, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 288-299, 2021.
52. Celik, I., Isik, F., Gursoy, O. ve Yılmaz, Y. “Use of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tubers as a natural source of inulin in cakes”, *Journal of Food Processing and Preservation*, 483-488, 2013.
53. Gizem, A. ve Elmacı, Y., “Kahve çekirdeği zarının diyet lifi kaynağı olarak kek formülasyonunda kullanılması”, *Akademik Gıda*, 156-167, 2018.
54. Rodríguez-García, J., Sahi, S.S., and Hernando, I., “Functionality of lipase and emulsifiers in low-fat cakes with inulin”, *Food Science and Technology*, 173-182, 2014.
55. American Association of Cereal Chemists - Aacc., “Approved Methods of American Association of Cereal Chemists. 9th ed.”, Paul, S., *America*, 1995.
56. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, “Duyusal kontrolleri yapma, 541GI0093”, *Gıda Teknolojisi*, Ankara, 2012.
57. Karaoğlu, M.M. ve Bedir, Y., “Kısmi Pişirme Yönteminin Kek Kalitesi Üzerine Etkisi”, *Akademik Gıda*, 256-263, 2020.
58. Baloch, A.B., Xia, X. and Sheikh, S.A., “Proximate and mineral compositions of dried cauliflower (*Brassica Oleracea L.*) grown in Sindh, Pakistan”, *Journal of Food and Nutrition Research*, 213-219, 2015.

59. Memeli, Z., “Bazı gıda liflerinin glutensiz kek formülasyonlarında kullanılması”, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İzmir, 2015.
60. Sudha, M.L., Baskaran, V. and Leelavathi, K., “Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making” *Food chemistry*, 686-692, 2007.
61. Gomez, M., Ronda, F., Blanco, C.A., Caballero, P. A and Apesteguia A., “Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality”, *European Food Research and Technology*, 51-56, 2003.
62. Ho, L.H., Aziz, N.A.A. and Azahari, B., “Physico-chemical characteristics and sensory evaluation of wheat bread partially substituted with banana (*Musa acuminata* X *balbisiana* cv. Awak) pseudo-stem flour”, *Food Chemistry*, 532-539, 2013.
63. Özyiğit, E., Eren, İ., Kumcuoğlu, S., ve Tavman, Ş., “Diyet lifi ile zenginleştirilmiş glutensiz kek hamurlarının yüksek genlikli salınlı kayma analizi (laos) ile reolojik karakterizasyonu”, *Gıda*, 356-368, 2020.
64. McKee, L.H. and Latner, T.A., “Underutilized sources of dietary fiber: A review”, *Plant Foods For Human Nutrition*, 285-304, 2000.
65. Stauffer, C.E., “Functional additives for bakery foods” *Springer Science & Business Media*, Newyork, 1990.
66. Gomez, M., Moraleja A., Oliete B., Ruiz E., Caballero P.A., “Effect of fibre size on the quality of fibre-enriched layer cakes”, *Food Science and Technology*, 33-38, 2010.
67. Hatipoğlu, S., “Patates unu ve gam ilavesinin glutensiz ekmek kalitesi üzerine etkileri”, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Denizli, 2016.
68. Seçen, S.M., “Kabak çekirdeği yağının kek üretiminde kullanım olanaklarının araştırılması”, *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Nevşehir 2016.
69. Majzoobi, M., Poor, Z.V., Jamalian, J. and Farahnaky A., “Improvement of the quality of gluten-free sponge cake using different levels and particle sizes of carrot pomace powder”, *International Journal of Food Science & Technology*, 1369-1377, 2016.

70. Gomez, M., Olietea B., Rosell C.M., Pando V. and Fernández E., “Studies on cake quality made of wheat–chickpea flour blends”, *Food Science and Technology*, 1701-1709, 2008.
71. Dizlek, H., “Effects of amount of batter in baking cup on muffin quality”, *International Journal of Food Engineering*, 629-640, 2015.
72. İpek, T. ve Dizlek, H., “Farklı form ve oranlarda yerfıstığı ürünleri kullanılmasının top kek kalitesine etkisi”, *Gıda*, 591-604, 2008.
73. Özer, M.S., Dizlek, H., Kola, O. ve Altan, A., “Değişik gaz salınımı hızlarına sahip kabartma tozlarının pandispanya tipi keklerin nitelikleri üzerindeki etkileri”, *Gıda*, 43-50, 2004.
74. Trinderupa, C.H., Dahla, A., Jensen, K., Carstensen, J.M. and Conradsen K., “Comparison of a multispectral vision system and a colorimeter for the assessment of meat color”, *Meat Science*, 1-7, 2015.
75. Yalçın, M.Y. and Şeker, M., “Effect of salt and moisture content reduction on physical and microbiological properties of salted, pressed and freeze dried turkey meat”, *Food Science and Technology*, 153-159, 2016.
76. Zanoni, B., Peri, C. and Bruno, D., “Modelling of browning kinetics of bread crust during baking”, *Food Science and Technology*, 604-609, 1995.
77. Matos, M.E., Sanz, T. and Rosell, C.M., “Establishing the function of proteins on the rheological and quality properties of rice based gluten free muffins”, *Food Hydrocolloids*, 150-158, 2014.
78. Purlis, E. and Salvadori, V., “Modelling the browning of bread during baking”, *Food Research International*, 865-870, 2009.
79. Singh, M., Liu, S.X. and Vaughn, S.F., “Effect of corn bran as dietary fiber addition on baking and sensory quality”, *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 348-352, 2012.
80. Chang, H., Wang, Q., Xu, X., Li, C., Huang, M., Zhou, G. and Dai, Y., “Effect of heat-induced changes of connective tissue and collagen on meat texture properties of beef semitendinosus muscle”, *International Journal of Food Properties*, 381-396, 2011.
81. Gularte, M.A., Hera, E., Gomez, M. and Rosell C.M., “Effect of different fibers on batter and gluten-free layer cake properties” *Food Science And Technology*, 209-214, 2012.

82. Grigelmo-Miguel, N., Carreras-Boladeras, E. and Martin-Belloso, O., “Influence of the addition of peach dietary fiber in composition, physical properties and acceptability of reduced-fat muffins”, *Food Science And Technology International*, 425-431, 2001.
83. Boz, H., “Effect of rice and chickpea flours on physical, textural, and sensorial properties of pregelatinized maize starch cake”, *Starch-Stärke*, 73,5-6, 2021.

