

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GLUTENSİZ KEK ÜRETİMİNDE BAMYA TOHUMU UNU
KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALTAN ŞAHAN

DENİZLİ, OCAK - 2022

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**GLUTENSİZ KEK ÜRETİMİNDE BAMYA TOHUMU UNU
KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALTAN ŞAHAN

DENİZLİ, OCAK - 2022

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

Altan ŞAHAN

ÖZET

GLUTENSİZ KEK ÜRETİMİNDE BAMYA TOHUMU UNU KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALTAN ŞAHAN

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI:DR. ÖĞR. Ü. EZGİ ÖZGÖREN)

DENİZLİ, OCAK - 2022

Bu çalışmada, glutensiz kek üretiminde bamya tohumu unu pirinç ununa %15, %30 ve %45 oranlarında ikame edilerek kullanılmıştır. Bu sayede keklerle fonksiyonel özellik kazandırılması ve gluten intoleransı olan bireylerin tüketebileceği alternatif bir ürün elde edilmesi amaçlanmıştır. Üretilen keklerin kimyasal, fiziksel, duyuşal ve mikroyapı özellikleri araştırılarak, pirinç unundan üretilen kontrol grubu keklerle karşılaştırılmıştır. Yapılan kimyasal analizlerin sonuçlarına göre bamya tohumu unu (BTU) ikamesi ile kekler yağ, protein, çözünür ve çözünmez diyet lifi bakımından daha zengin bir kaynak haline gelmiştir. Bunun yanında mineral madde, esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit ve toplam fenolik madde miktarları ile antioksidan aktivite değerleri BTU ikamesi ile artmıştır. Yağ asidi kompozisyonu analizine göre BTU ikamesi örneklerin özellikle doymuş yağ asidi oranını arttırmıştır. Kek örneklerinin renk analizi sonuçlarına göre dış renk L^* , a^* ve b^* değerleri ile iç renk L^* ve b^* değerleri BTU katkısı ile azalırken, iç renk a^* değeri artmıştır. Tekstür profil analizine göre BTU ikamesi ile keklerin sertlik, yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri artmış, elastikiyet değerleri ise değişmemiştir. BTU ikamesi ile kek hacmi, spesifik hacim, hacim indeksi, yükseklik ve pişme kaybı değerleri azalış, kek yoğunluğu ise artış göstermiştir. Simetri ve tekdüzellik indeksi değerleri ise istatistiksel olarak benzer ($p>0.05$) bulunmuştur. Taramalı elektron mikroskobu görüntülerine göre kontrol grubu örneğin homojen gözenek yapısına sahip olduğu, BTU ikame oranının artması ile örneklerin gözenekliliklerinin azaldığı tespit edilmiştir. %30 oranına kadar BTU ikamesinin glutensiz kek formülasyonunda duyuşal olarak kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELE: Bamya tohumu, glutensiz kek, fonksiyonel gıda, diyet lifi

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE USE OF OKRA SEED FLOUR IN GLUTEN-FREE CAKE PRODUCTION

MSC THESIS

ALTAN ŞAHAN

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR:ASSIST. PROF. DR. EZGİ ÖZGÖREN)

DENİZLİ, JANUARY 2022

In this study, okra seed flour (OSF) was used in gluten-free cake production by substituting 15%, 30%, 45% to rice flour. To this end, it was aimed to provide functional properties to cakes as well as to produce an alternative product that can be consumed by individuals with gluten intolerance. The chemical, physical, sensory and microstructural properties of the cake samples were investigated and were compared to the control cake which was produced with rice flour. According to the results of the chemical analyses, the cakes produced with OSF have become a rich source of fat, protein, soluble and insoluble dietary fiber with the addition of OSF. Mineral matter, essential and non-essential amino acids, total phenolic content and antioxidant activity values increased with the addition of OSF. According to the fatty acid composition analysis, the saturated fatty acid ratio of the samples was increased by OSF supplementation. The results of the color analysis showed that the L*, a*, b* values of the crust cake colors and the L* and b* values of the crumb cake colors were decreased, while a* values of the crumb cake color were increased with the addition of OSF. According to the texture profile analysis, the hardness, adhesiveness, gumminess and chewiness values of the cakes were increased, while the elasticity values have not changed with the substitution of OSF. Cake volume, specific volume, volume index, height and baking loss values were decreased with addition of OSF, while cake density was increased. Symmetry and uniformity index values were found to be statistically similar. Scanning electron microscopy images of the control cake sample has showed homogeneous pore structure, and the porosity of the samples was decreased with the increasing substitution level of OSF into the formulation. It was determined that gluten-free cakes produced with up to 30% OSF substitution had acceptable sensory properties.

KEYWORDS: Okra seed, gluten-free cake, functional food, dietary fiber

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vi
SEMBOL LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	3
1.1.1 Bamya ve Bamya Tohumu	3
1.1.2 Kek.....	9
1.1.3 Glutensiz Gıdalar	12
1.2 Tezin Amacı	19
2. MATERYAL VE YÖNTEM	21
2.1 Materyal.....	21
2.1.1 Bamya Tohumu Ununun Hazırlanması	21
2.1.2 Keklerin Üretilmesi.....	22
2.2 Yöntem	23
2.2.1 Kimyasal Analizler	23
2.2.1.1 Nem Tayini.....	24
2.2.1.2 Kül Tayini	24
2.2.1.3 Yağ Tayini.....	24
2.2.1.4 Protein Tayini.....	24
2.2.1.5 Çözünür, Çözünmez ve Toplam Diyet Lifi Tayini	25
2.2.1.6 Karbonhidrat Miktarının Hesaplanması.....	27
2.2.1.7 Kalori Değerinin Hesaplanması	27
2.2.1.8 Mineral Madde Kompozisyonu Tayini	27
2.2.1.9 Amino Asit Kompozisyonu Tayini	27
2.2.1.10 Yağ Asidi Kompozisyonu Tayini.....	28
2.2.1.11 Toplam Fenolik Madde Tayini.....	28
2.2.1.12 Antioksidan Aktivite Tayini.....	29
2.2.2 Fiziksel Analizler.....	30
2.2.2.1 Renk Analizi.....	30
2.2.2.2 Tekstür Profili Analizi.....	30
2.2.2.3 Kek Ağırlığı	30
2.2.2.4 Kek Hacmi	31
2.2.2.5 Kek Spesifik Hacmi	31
2.2.2.6 Kek Yoğunluğu	31
2.2.2.7 Pişme Kaybı	31
2.2.2.8 Kek Yüksekliği	32
2.2.2.9 Keklerin Hacim, Simetri ve Tekdüzelik İndeks Değerleri.....	32
2.2.3 Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntülemesi	33
2.2.4 Duyusal Analiz	33
2.2.5 İstatistiksel Analiz.....	33
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	34

3.1	Kimyasal Analiz Sonuçları.....	34
3.1.1	Temel Hammaddelerin Genel Kimyasal Bileşimleri.....	34
3.1.2	Kek Örneklerinin Genel Kimyasal Bileşimi	36
3.1.3	Mineral Madde Bileşimleri	41
3.1.4	Amino Asit Kompozisyonu Değerleri	48
3.1.5	Yağ Asidi Kompozisyonu Bulguları.....	51
3.1.6	Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Değerleri	56
3.2	Fiziksel Analiz Sonuçları	59
3.2.1	Renk Analiz Sonuçları	59
3.2.2	Tekstür Profili Analizi Sonuçları	61
3.2.3	Keklerin Ağırlık, Hacim, Spesifik Hacim, Yoğunluk, Pişme Kaybı ve Yükseklik Değerleri	63
3.2.4	Keklerin Hacim, Simetri ve Tekdüzelik İndeksi Değerleri	66
3.3	Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntüleri.....	68
3.4	Duyusal Analiz Sonuçları.....	69
4.	SONUÇ VE ÖNERİLER	73
5.	KAYNAKLAR.....	77
6.	EKLER.....	93
	EK A: Duyusal değerlendirme formu	93
7.	ÖZGEÇMİŞ.....	94

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 Bamyı ve bamyı tohumu.....	5
Şekil 2.1 a) Bamyı tohumu b) Bamyı tohumu unu	21
Şekil 2.2: Üretilen keklerin dış görüntüsü	23
Şekil 2.3: Üretilen keklerin iç görüntüsü	23
Şekil 2.4 Kek ölçümlerinde kullanılan şablon	32
Şekil 3.1 Kek örneklerinin taramalı elektron mikroskobu görüntüleri (200X). ..	68



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1: Türkiye'de yıllara göre bamya üretim miktarı	3
Tablo 1.2: Taze bamya temel kimyasal bileşimi.....	4
Tablo 1.3: Kek üretiminde kullanılan hammaddelerin son ürüne etkisi	11
Tablo 2.1: Üretimi yapılan kek örneklerinin formülasyonları	22
Tablo 3.1: Temel hammaddelerin genel kimyasal bileşimleri	34
Tablo 3.2: Glutensiz kek örneklerinin genel kimyasal bileşimleri	37
Tablo 3.3: Hammaddelerin mineral madde kompozisyonları (mg/kg).....	41
Tablo 3.4: Glutensiz kek örneklerinin mineral madde kompozisyonları (mg/kg)	42
Tablo 3.5: Hammaddelerin amino asit kompozisyonu (mg/100g)	49
Tablo 3.6: Glutensiz kek örneklerinin amino asit kompozisyonları (mg/100g).....	50
Tablo 3.7: Hammaddelerin yağ asidi kompozisyonları (%)	52
Tablo 3.8: Glutensiz kek örneklerinin yağ asidi kompozisyonları (%)	54
Tablo 3.9: Hammaddelerin toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite değerleri.....	56
Tablo 3.10: Glutensiz kek örneklerinin toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite değerleri	57
Tablo 3.11: Hammaddelerin renk değerleri	59
Tablo 3.12: Glutensiz kek örneklerinin iç renk değerleri	60
Tablo 3.13: Glutensiz kek örneklerinin dış renk değerleri.....	60
Tablo 3.14: Glutensiz kek örneklerinin tekstürel özellikleri.....	61
Tablo 3.15: Glutensiz kek örneklerinin bazı fiziksel analiz sonuçları	64
Tablo 3.16: Glutensiz kek örneklerinin hacim, simetri ve tekdüzellik indeksi değerleri.....	66
Tablo 3.17: Glutensiz kek örneklerinin duyusal analiz sonuçları	70

SEMBOL LİSTESİ

g	:	Gram
mg	:	Miligram
kg	:	Kilogram
°C	:	Santigrat derece
µm	:	Mikrometre
dk.	:	Dakika
mL	:	Mililitre
µL	:	Mikrolitre
µmol	:	Mikromol
α	:	Alfa
β	:	Beta
N	:	Newton
kcal	:	Kilokalori
GAE	:	Gallik asit eşdeğeri
TE	:	Trolox eşdeğeri
nm	:	Nanometre
mm	:	Milimetre
sn.	:	Saniye
mJ	:	Milijoule
cm³	:	Santimetreküp
sa.	:	Saat

ÖNSÖZ

Çalışmanın yürütülmesinde baştan sona ilgi, destek, bilgi ve birikimleri ile bana yol gösteren çok değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ezgi ÖZGÖREN'e teşekkürü borç bilirim.

Çalışmanın yürütüldüğü Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde görev alan, başta Bölüm Başkanımız Sayın Prof. Dr. Yahya TÜLEK olmak üzere, tüm bölüm hocalarıma teşekkür ederim.

Çalışma esnasında fikir ve tecrübeleriyle bana yardımcı olan hocam Sayın Doç. Dr. Fatma IŞIK'a teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar analizlerinin yürütülmesinde yardımlarını esirgemeyen hocalarım Arş. Gör. Dr. Aysun YILDIZ ve Arş. Gör. Ufuk Gökçe AYRANCI'ya ve beraber çalıştığımız diğer lisansüstü öğrenci arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Bugüne kadar maddi manevi desteklerini her zaman arkamda hissettiğim annem Zehra ŞAHAN ve babam Selami ŞAHAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Altan ŞAHAN

1. GİRİŞ

Günümüzde değişmekte olan beslenme alışkanlıklarına rağmen tahıl ürünleri dünya genelinde yaygın şekilde tüketilmeye devam etmektedir. Ancak tahıl ürünleri bazı bireylerde rahatsızlıklara sebep olabilmektedir (Türksoy ve Özkaya 2006).

Çölyak hastalığı, genetik olarak duyarlı kişilerde beslenmeyle alınan buğday gluteni ve diğer tahıllardaki benzer proteinlerin neden olduğu “glutene hassas bağırsak sistemi” olarak da bilinen bir gıda intoleransıdır. Bu hastalığın dünya nüfusunun yaklaşık %1’ ini etkilediği, en sık Batı Avrupa, Kuzey Amerika ve Avustralya’da görüldüğü, en nadir ise Çin, Japonya ve Afrika kökenli bireylerde görüldüğü bildirilmiştir (Türksoy ve Özkaya 2006; Anonim 2017a).

Ülkemizde 250-750 bin arasında çölyak hastalığına sahip kişinin bulunduğu ancak toplam hasta sayısının yaklaşık %10’una tanı koyulabildiği bildirilmiştir. T.C. Sağlık Bakanlığı verilerine göre 2016-2017 yılı için toplam tanı koyulan hasta sayısının 40703 olduğu ve bölgelere göre dağılıma bakıldığında en çok tanı konan bölgenin Marmara Bölgesi, en az tanı konan bölgenin ise Karadeniz Bölgesi olduğu belirtilmiştir (Anonim 2017b).

Çölyak hastalığına sahip bireylerin bir kısmında herhangi bir semptom gözlenmezken, bazılarında şişkinlik, karın ağrısı, ishal ve kilo kaybı görülmektedir (Yönel ve Özdiş 2014). Bu hastalığın kronik ishal, halsizlik gibi belirtilerinin olduğunu MS 2. yüzyılda yaşayan Kapadokyalı hekim Aretaeus tanımlamıştır. 1950 yılında Willem Dicke buğday, çavdar gibi tahıllarda bulunan gluten adı verilen proteinin hastalığın meydana gelmesinde etkin rol oynadığını ve gluten içeren tahılların diyetten çıkarılması ile semptomlarda belirgin azalma meydana geldiğini belirtmiştir (Aydoğdu ve Tümçör 2005; Çakmak 2013; Akpınar ve diğ. 2019).

Bu hastalığın üstesinden gelebilmenin tek yolu yaşam boyu glutensiz gıdalar ile beslenmektir. Ülkemizde temel beslenme alışkanlıklarının tahıl ürünlerine dayalı olması, glutensiz diyet uygulamasını daha da zorlaştırmaktadır. Piyasada çölyak hastalığına sahip bireyler için sınırlı sayıda ürün bulunduğu ve sunulan bu ürünlerin

gluten içeren gıdalara kıyasla bazı gıda bileşenleri bakımından oldukça zayıf oldukları bildirilmiştir (Demirkese ve diğ. 2010; Fasano ve Catassi 2012; Yeşilkanat 2019). Glutensiz ürünlere fonksiyonel özellikler kazandırmak amacı ile formülasyonlarına çeşitli proteinler, meyve pulpları, pektinler, meyve, sebze ve baklagillerin lifleri dahil edilebilmektedir (Ramos ve diğ. 2021).

Unun yapısında bulunan glutenin, hamurun viskoelastik özelliklerini geliştirme, son üründe istenen doku ve hacmi elde etme, protein ağı oluşumunu sağlama gibi önemli rolleri bulunmaktadır. Bu nedenle glutenden yoksun olarak üretilen tahıl ürünleri görünüm ve dokusal özellikler bakımından yetersiz kalmaktadır. Bu özellikleri geri kazanmak amacıyla nişasta, protein, gam, hidrokolloid, emülgatör gibi çeşitli fonksiyonel bileşenler ve katkı maddeleri de kullanılabilmektedir (Hayıt ve Gül 2015; Gao ve diğ. 2018).

Kek, unlu mamuller içerisinde ekmek ve bisküvinin ardından en çok üretimi gerçekleştirilen üründür. Genel olarak; un, yağ, şeker, yumurta, kabartma tozu, su, süt ve lezzet verici aromaların ve bazı katkı maddelerinin katılmasıyla hazırlanan hamurun pişirilmesiyle elde edilen ürün olarak tanımlanmaktadır (Topkaya 2017).

Glutensiz keklerin üretiminde tek başına ya da karışım şeklinde çeşitli unlar kullanılmaktadır. Literatür incelendiğinde zenginleştirme amacıyla siyah havuç posası, yeşil muz unu, karabuğday unu, barbunya unu, nohut unu, bezelye proteini gibi bitkisel ve yumurta beyazı proteini, peynir altı suyu tozu proteini, kazein gibi hayvansal kaynakların kullanıldığı görülmektedir (Gomez ve diğ. 2008; Singh ve diğ. 2016; Kaur ve diğ. 2017; Zielinski ve diğ. 2017; Sahagun ve diğ. 2018; Xu ve diğ. 2020). Glutensiz keklerin zenginleştirilmesinde kullanılabilecek diğer bir bitkisel kaynağın ise bamya tohumu olduğu düşünülmüştür.

1.1 Literatür Özeti

1.1.1 Bamya ve Bamya Tohumu

Bamya (*Abelmoschus esculentus L.*) sıcak iklim bölgelerinde yetiştirilmeye uygun, en eski kültür bitkilerinden birisi olup *Malvaceae* familyasının ekonomik olarak en değerli bitkilerindendir. Coğrafi kökeni net olarak bilinmemekle birlikte Batı Afrika, Etiyopya ve Güney Asya olduğu düşünülmektedir (Anonim 2006; Tanta 2019; Soğancı 2020). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'nın verilerine göre 2019 yılında 6126000 ton üretimle dünyada en fazla bamya üretimi yapan ülkenin Hindistan olduğu belirtilmiştir. Hindistan'ı yıllık 2033129 ton üretim ile Nijerya takip ederken, Sudan yıllık 304712 ton üretim ile üçüncü sırada yer almaktadır (Anonim 2019). Ülkemizde en fazla bamya üretiminin Ege Bölgesinde yapıldığı, bunu Akdeniz ve Marmara Bölgelerinin takip ettiği bildirilmiştir (Karagül ve diğ. 2004). TÜİK verilerine göre bamyanın yıllara göre Türkiye'deki üretim miktarı Tablo 1.1'de gösterilmiştir (Anonim 2021a).

Tablo 1.1: Türkiye'de yıllara göre bamya üretim miktarı

Yıl	Bamya Üretim Miktarı (Ton)
2013	33545
2014	33103
2015	30574
2016	29529
2017	28536
2018	29111
2019	31428
2020	40654

Bamyalar taze olarak tüketilebileceği gibi salamura yapılarak, dondurularak ya da konserveye işlenerek de tüketilebilmektedir (Abdel-Nabey ve Abou-Tor 2014).

Bamya, serum kolesterolünü düşürmeye yardımcı olan ve kalp hastalıkları riskini azaltan çözünür diyet liflerinden gam ve pektinleri yapısında bulundurmaktadır. Bu nedenle pişirildiğinde müsilajlı bir kıvam oluşturmaktadır. Bamya müsilajları hidrofilik karakterleri nedeniyle süspansiyonlarda ve sulu çözeltilerde jelleşme ve kıvam arttırıcı özellikler göstermektedir. Gıda alanında su tutma ajanı, film oluşturucu, bağlayıcı, kıvam arttırıcı olarak kullanılmaktadır (Tercanlı 2021). Yüksek diyet lifi içeriğine ek olarak bulundurduğu dengeli amino asit içeriği sayesinde iyi bir bitkisel kaynak olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca insan vücudu için önemli işlevlere sahip olan A ve C vitaminleri bakımından da zengindir (Sathish Kumar ve diğ. 2013; Gemede ve diğ. 2015; Liu ve diğ. 2019).

Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) verilerine göre 100 g taze bamyanın temel kimyasal bileşimi Tablo 1.2’de verilmiştir (Anonim 2021b).

Tablo 1.2: Taze bamya temel kimyasal bileşimi

Bileşim	Miktar (%)
Su	89.60
Protein	1.90
Yağ	0.19
Karbonhidrat	7.45
Mineral Maddeler	0.86

Bamya taze olarak tüketilebildiği gibi tohum kısmı da çeşitli işlemler uygulanarak tüketilmektedir (Gemede ve diğ. 2015). Olgun bamya tohumları kavrulularak veya öğütülerek toz halde kullanılabilir. Afrika ülkelerinde kurutularak sebze yemeklerinde kullanılmaktadır. Ayrıca öğütülen tohumlar, elekten geçirilerek çeşitli fırın ürünlerinde buğday ununa katılarak kullanılabilir. Yapılan bir çalışmada bamya tohumunun, günlük beslenme ihtiyaçlarını iyileştirmek için gıdaları zenginleştirmede büyük bir potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir (Adelakun ve Oyelade 2011; Abdel-Nabey ve Abou-Tor 2014; Ofori ve diğ. 2020). Şekil 1.1’de bamya ve bamya tohumları gösterilmiştir.



Şekil 1.1 Bamya ve bamya tohumu

Bamya tohumu, diğer bitkisel kaynaklar ile karşılaştırıldığında yüksek protein miktarına sahiptir. Amino asit içeriğinin soya fasulyesi ile benzer olduğu ve protein etkinlik oranının soya fasulyesinden yüksek olduğu belirtilmiştir. Bu durum bamya tohumunu baklagiller veya tahıl bazlı diyetler için yeterli bir takviye gıdası haline getirmiştir. Bunun yanında türüne bağlı olarak değişmekle birlikte yaklaşık %20-40 oranlarında yağ içermektedir. Tohum yağlarında en fazla doymamış yağ asitlerinden linoleik asit, doymuş yağ asitlerinden ise palmitik asit bulunmaktadır (Akoja ve Coker 2018; Liu ve diğ. 2019; Abouel-Yazeed 2019). Uzun zincirli doymamış yağ asitlerinin bakterilerin yağ asidi sentezinde görev alan enil taşıyıcı protein redüktaz enzimini inhibe ettiği, bunda uzun zincirli doymamış yağ asitlerinde bulunan çift bağların ve karboksilik asit gruplarının etkili olduğu belirtilmiştir. Tohumun oleik asit ve linoleik asit gibi uzun zincirli doymamış yağ asitlerince zengin olmasından kaynaklı antibakteriyel etkisinin yüksek olduğu belirlenmiştir (Zheng ve diğ. 2005; Liu ve diğ. 2019). Bamya tohumları ayrıca kateşinler, flavonol türevleri, hidroksisinamik asit ve kuersetin türevlerini içermektedir (Ofori ve diğ. 2020). İçerdiği fenolik bileşikler sayesinde değerli bir antioksidan kaynağıdır (Abouel-Yazeed 2019). Tohumların mineral madde bakımından da zengin bir kaynak olduğu ve en fazla bulundurduğu minerallerin potasyum, sodyum, fosfor, magnezyum, kalsiyum olduğu belirlenmiştir (Gemede ve diğ. 2015; Açıkgöz ve diğ. 2016).

Bamya tohumunun sindirim sorunlarını tedavi etmekte kullanıldığı bildirilmiştir. Olgunlaşmamış bamya tohumlarında bulunan polisakkaritlerin, midede yaşayan ve kontrol altına alınmadığı durumlarda gastrit, ülser gibi rahatsızlıklara sebep olabilen *Helicobacter pylori*'nin midede tutunmasını engellemede etkili olduğu belirtilmiştir (Akoja ve Coker 2018).

Bamya ve bamya tohumunun gıda bileşenlerinin belirlenmesi ve bu bitkisel kaynaklarla gıdaların zenginleştirilmesi konularında literatürde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır.

Ukegbu ve Okereke (2013)'nin yaptıkları bir çalışmada taze bamyanın nem, yağ, protein, kül, ham lif ve karbonhidrat değerleri sırasıyla %89.29, %0.21, %13.56, %3.10, %10.85 ve %14.68 olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada taze bamyada bulunan fosfor 0.56 mg/100g, potasyum 0.36 mg/100g, kalsiyum 2.53 mg/100g, magnezyum 0.10 mg/100g, sodyum ise 0.67 mg/100g olarak tespit edilmiştir.

Başka bir çalışmada 2 çeşit taze bamyanın (*Ila-Iwo* ve *Kubewa*) nem içerikleri %82.25 ve %88.47, kül içerikleri %1.17 ve %1.38, ham lif içerikleri %2.44 ve %0.37, protein içerikleri %2.56 ve %2.51, yağ içerikleri %0.46 ve %0.18, karbonhidrat içerikleri %11.17 ve %7.04 olarak belirlenmiştir (Etaware ve Etaware 2019).

Akoja ve Coker (2018)'nin yaptıkları çalışmada buğday ununa belli oranlarda (%5, %10, %15, %20, %25) bamya unu ikame edilerek bisküvi üretimi gerçekleştirilmiş ve bu şekilde bisküvilere fonksiyonel özellik kazandırılması amaçlanmıştır. Formülasyonda bamya unu ikame oranı arttıkça bisküvilerin nem ve yağ içeriklerinin azaldığı; kül, protein ve lif içeriklerinin ise arttığı kaydedilmiştir. Kontrol örneğinin kül miktarı %0.91 iken, %25 bamya unu katkılı bisküvilerin kül miktarının %4.17'ye yükseldiği belirtilmiştir. Kontrol örneğinin protein miktarı %10.56 iken %5, %10, %15 %20, %25 oranlarında bamya unu ikameli bisküvilerde sırasıyla %12.65, %13.62, %16.62, %19.07 ve %21.93 olarak bulunmuştur. Bisküvi örneklerinin titrasyon asitliği bamya unu katkısı ile azalırken, pH değerlerinde ikame ile birlikte artış kaydedilmiştir. Yapılan duyusal analiz sonucuna göre bisküvi formülasyonuna %25'e kadar bamya unu ikamesinin tüketiciler tarafından kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir.

Buğday ununa %1, %2, %3, %4 ve %5 oranlarında bamya unu katkılanarak ekmek üretiminin yapıldığı ve çeşitli kalite özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada bamya unu katkı oranı arttıkça ekmeklerin spesifik hacimlerinin azaldığı, ekmek içi sertlik değerlerinin ise arttığı belirlenmiştir. Ekmek içi dokusunun sertliğinin artmasının nedeninin bamya ununda bulunan nişasta olmayan polisakkaritlerden,

hacimde görülen azalmanın ise gluten-niştasta ağının zayıflaması sonucu yeterince CO₂ tutamamasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Tuluk ve diğ. 2018).

Moyin-Jesu (2007)' nun yaptığı çalışmada bamya tohumunun genel kimyasal bileşimi %6.96 nem, %30.81 karbonhidrat, %22.14 protein, %14 yağ ve %27.30 toplam lif olarak belirlenmiştir.

Ofori ve diğ. (2020) yaptıkları bir çalışmada ise kurutulup un haline getirilen 2 farklı bamya tohumu türünün bileşimleri araştırılmıştır. Bu kapsamda unların nem miktarının %8.90 – 9.00 aralığında, protein miktarının %16.80 – 17.40, yağ miktarının %47.80 – 48.00, kül miktarının ise %7.70 – 7.80 aralığında olduğu bildirilmiştir.

Açıkgöz ve diğ. (2016), bamya tohumların nem içeriğini %9.95, kül miktarını %5.21, ham protein içeriğini %28.22, ham yağ içeriğini %22.62 olarak belirlemişlerdir. Yağ asidi kompozisyonu tayini sonucunda ise en yüksek oranda linoleik asitin (%49.54) bulunduğunu, onu sırasıyla palmitik asit (%28.60) ve oleik asitin (%16.81) takip ettiğini tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada kavrulmuş ve kavrulmamış bamya tohumlarının unlarının antioksidan aktivite ve fenolik madde içeriklerini incelemişlerdir. Kavrulmamış tohum unlarında toplam fenolik madde miktarı 157.80 mg GAE/100 g olarak tespit edilirken, kavrulmuş tohum unlarında bu değer 232.19 mg GAE/100 g tespit edilmiştir. Antioksidan aktivite değerleri ise kavrulmamış tohumlarda %56.06, kavrulmuş tohum unlarında %70.39 olarak saptanmıştır.

Adetuyi ve Adelabu (2011), yaptıkları çalışmada muz ununa %10, %20 ve %30 oranlarında bamya tohumu unu ikame ederek elde edilen kompozit unun içeriğini incelemişlerdir. Muz ununa bamya tohumu unu ikamesi arttıkça unun protein, yağ, ham lif ve kül miktarlarında artış, nem ve karbonhidrat miktarlarında ise azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Muz ununun protein miktarı %3.88, %30 oranında bamya tohumu unu ikame edilmiş unun protein miktarı %10.50 olarak tespit edilmiştir. Yağ miktarları kontrol örneği ile %10, %20 ve %30 bamya tohumu unu ikame edilen örneklerde sırasıyla %6.01, %12.71, %14.05, %14.06 olarak bulunmuştur. Kül değerlerinin ise sırasıyla %2.72, 3.15, %4.47, %6.42 olduğu bildirilmiştir. Muz ununun ham lif miktarının %3.03, %30 bamya tohumu unu

ikameli unun ham lif miktarının ise %9.98 olduğu tespit edilmiştir. Bamyâ tohumu unu ikame oranı arttıkça kompozit unların çinko ve postasyum miktarlarında önemli ölçüde artış, kalsiyum miktarında ise azalma meydana geldiği kaydedilmiştir ($p<0.05$). Bamyâ tohumu unu ikame oranının artması ile unların su ve yağ absorpsiyon kapasitelerinde de artış olduğu gözlemlenmiştir.

Diğer bir çalışmada bamyâ tohumunun toplam esansiyel amino asit içeriğinin %32.34 olduğu ve lösin (%6.71) ve lisin (%5.22) amino asiti açısından zengin olduğu belirlenmiştir. Yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde ise en yüksek oranda linoleik, palmitik ve oleik asit içerdiği saptanmıştır. Bamyâ tohumu unu belli oranlarda (%5, %10 ve %15) buğday ununa ikame edilerek bisküvi üretiminde kullanılmıştır. Üretilen bisküvilerde yapılan duyusal analizde %5 ve %10 bamyâ tohumu unu katkılı bisküviler kontrolden yüksek puanlar almış, %15 katkılı örneklerde ise bu puanlarda düşüş gözlemlenmiştir. Aynı çalışmada ayrıca tavuk etine %2 ve %4 oranlarında bamyâ tohumu unu ikame edilerek tavuk nugget üretimi gerçekleştirilmiştir. Duyusal analiz sonucunda renk, koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik bakımından %2 bamyâ tohumu unu katkılı nuggetlar kontrol örneğinden yüksek puanlar alarak panelistler tarafından en beğenilen ürün olmuştur. %4 bamyâ tohumu unu katkılı örneklerde ise bu puanlarda düşüş kaydedilmiştir (Abouel-Yazeed 2019).

Yılmaz (2017)'ın yaptığı çalışmada buğday, çavdar, kavrulmuş ve kavrulmamış bamyâ tohumu unu belirli oranlarda karıştırarak elde edilen kompozit unlardan ekmek üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda bamyâ tohumunun artan oranlarda kullanılmasıyla kompozit unların ve bu unlardan yapılan ekmeklerin protein, kül, ham lif ve yağ miktarlarında artış olduğu bildirilmiştir. Bamyâ tohumu unu ilavesiz kontrol grubu ekmeğin kül miktarı %0.84 olarak belirlenirken, %30 oranında kavrulmamış ve kavrulmuş bamyâ tohumu unu ilave edilen ekmeklerin kül miktarının sırasıyla %1.64 ve %1.67 olduğu, protein miktarının kontrol grubunda %11.86, %30 kavrulmamış ve kavrulmuş bamyâ tohumu unu ilaveli ekmeklerde ise %17.45 ve %15.37 olduğu belirtilmiştir. Bamyâ tohumu unu ikamesi arttıkça ekmeklerin spesifik hacmi azalmış, daha sıkı yapıda ekmeklerin üretildiği kaydedilmiştir. Ayrıca ikame oranının artmasıyla paralel olarak ekmek kabuğundaki koyulaşmanın arttığı, kabuk parlaklığının azaldığı belirtilmiştir. Yapılan duyusal

analizde ise %10 kavrulmamış bamya tohumu unu katkılı kompozit ekmeklerin en çok tercih edilen ürün olduğu bildirilmiştir.

Aderonke ve diğ. (2014)'nin yaptıkları bir çalışmada Ogi'nin (bir çeşit mısır bulamacı) bamya tohumu unu ile zenginleştirilmesi araştırılmıştır. Mısır tanesinin yıkanması, suda bekletilmesi, ıslakken elenmesi ve süzülüp 60 °C 'de kurutulduktan sonra soğutulup öğütülmesi ile elde edilen Ogi tozu, bamya tohum unları ile paçal yapılarak (100:0, 75:25, 50:50 ve 25:75) kullanılmıştır. Bamya tohum unu ikamesi arttıkça örneklerin nem, protein, kül değerlerinin arttığı, karbonhidrat miktarının azaldığı kaydedilmiştir. Yine aynı şekilde ikame oranının artmasıyla demir, kalsiyum ve potasyum değerlerinde artış olduğu bildirilmiştir. pH ve su absorpsiyon kapasitelerinde ise ikame ile birlikte azalma görüldüğü belirtilmiştir.

Omoniyi ve diğ. (2021), farklı miktarlarda (4, 8, 12, 16, 20 g) bamya tohumu unu ilave edilerek ve hiç bamya tohumu ilave edilmeden (kontrol grubu) toplam 6 çeşit çorba üretmişlerdir. Formülasyona bamya tohumu unu ilave edilmesi ile örneklerin protein, yağ, kül, ham lif miktarlarında artış meydana geldiği ve böylelikle çorbalara fonksiyonel özellik kazandırıldığı ifade edilmiştir. Kontrol örneğinin protein, kül, yağ, ham lif miktarları sırasıyla %7.56, %3.78, %12.92, %2.22 iken en yüksek oran olan 20 g bamya tohumu unu ilaveli çorbalarda bu değerler sırasıyla %11.68, %4.10, %18.30, %7.15 olarak bulunmuştur. Çorbalarda yapılan duyusal analizlere göre 12 g'a kadar bamya tohumu unu ilave edilen örneklerin panelistler tarafından kabul edilebilir olduğu tespit edilmiştir.

1.1.2 Kek

Kekler tüm dünyada yaygın şekilde tüketilen fırıncılık ürünlerinden biridir. Genellikle buğday unu, şeker, bitkisel yağ, yumurta, süt (veya su) gibi temel malzemelerle hazırlanan hamurun pişirilmesi ile elde edilen süngerimsi yapıda bir üründür (Öztürk 2015; Palacio ve diğ. 2018). TS 13375 Hazır Kekler Standardı'na göre ise hazır kek, "Buğday unu veya tahıl unları ve/veya karışımları, beyaz şeker, yemeklik bitkisel yağ, yumurta, tuz, kabarmayı sağlayan maddeler, çeşni maddeleri, dolgu maddeleri ve diğer katkı maddelerinin, su ile karıştırıldıktan sonra, tekniğine

uygun biçimde işlenerek şekil verilmesi ve pişirilmesi suretiyle hazırlanan, ambalajlı olarak tüketime sunulan mamul” olarak tanımlanmıştır (Anonim 2008).

Kek, her yaştan bireylerin severek tükettiği, besleyici değeri yüksek bir gıda ürünü olup farklı formül ve şekillerde üretilebilmektedir. Üretiminde formülasyona çeşitli kuru meyveler, çikolata, limon ve portakal kabuğu gibi bileşenler ilave edilebilmektedir. Bunların yanı sıra zencefil ve tarçın gibi baharatlar da kullanılabilir (Yücel 2009; Türker 2016). Keklerin sınıflandırılmaları dilim, top, kalıp, baton, pasta altı, bar ve kakaolu kekler olarak yapılabilmektedir (Memeli 2015). TS 13375 Hazır Kekler Standardı’nda kekler tiplerine göre kaplamasız ve kaplamalı; çeşitlerine göre sade, çeşnili, dolgulu kekler olarak sınıflandırılmıştır (Anonim 2008). Üretim yöntemlerine göre maya ile kabartılmış, kimyasallarla kabartılmış, hava ile kabartılmış ve kabartılmış kekler şeklinde sınıflandırma yapılabilmektedir (Öztürk 2015). Tüketiciler için ideal kekler yumuşak, süngerimsi ve gözenekli yapıda olmalıdır. Keklerin kalitesi yüksek oranda homojen dağılmış gözenek yapısına, gözenek stabilitesine ve hamurun iyi çırpılmış olmasına bağlıdır (Xu ve diğ. 2020). Çeşidine göre uygun renk, parlaklık ve hoş aromaya sahip olması da önemli parametrelerdendir (Memeli 2015).

Kek formülasyonunda kullanılan hammaddeler ve kullanım miktarları kekin kalitesini doğrudan etkilemektedir (Yürekli 2021). Kek üretiminde kullanılan hammaddelerin son ürüne etkisi Tablo 1.3’de verilmiştir (Yücel 2009; Preichardt ve diğ. 2011; Türker 2016; Gao ve diğ. 2017).

Kek üretiminde kullanılan hammaddelerin iyi çırpılmış olması da önem taşımaktadır. Çırpmanın amacı ürün içinde hava kabarcıklarının oluşmasını ve pişme esnasında gözenekli bir yapının meydana gelmesini sağlamaktır (Xu ve diğ. 2020). Keklerin üretiminde çok aşamalı karıştırma, tek aşamalı karıştırma ve mekanik karıştırma olmak üzere 3 farklı karıştırma yöntemi kullanılabilir. Çok aşamalı karıştırmada önce yağ ve şeker karıştırılmakta ve böylece hava yağın içinde tutulmakta, diğer bileşenler sonraki aşamada ilave edilmektedir. Tek aşamalı karıştırmada tüm bileşenler tek seferde karıştırılmakta ve hava suyun içinde tutulmaktadır. Mekanik karıştırmada ise yüksek hızda karıştırma ile hava su fazında tutulmaktadır (Öztürk 2015).

Tablo 1.3: Kek üretiminde kullanılan hammaddelerin son ürüne etkisi

Hammaddeler	Son Ürüne Etkisi
Un	Yapı düzenleyici
Yumurta	Besleyici değeri artırma, hacim artışını sağlama, aroma gelişimine yardımcı olma
Şeker	Tatlılık sağlama, nem tutma, hava kabarcıklarını stabilize etme
Süt	Lezzet verme, nem sağlama
Su	Nişasta jelleşmesi, tekstürel yapının iyileşmesi
Yağ	Hamur stabilizasyonunu sağlama
Kabartma Tozu	Karakteristik iç yapıyı sağlama, gözenekli yapı kazandırma
Yüzey Aktif Maddeler	Emülsiyon oluşumunu sağlama, yumuşaklık sağlama
Gamlar ve Hidrokolloidler	Dokusal kaliteyi iyileştirme, CO ₂ tutulmasını sağlama, hacim artışını sağlama

Glutensiz kek üretiminde kullanılacak unların tanecik boyutunun küçük, polar lipit içeriğinin yüksek ve nişasta jelatinizasyon sıcaklığının düşük olması gerektiği bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda 100 µm'den daha küçük partikül boyutuna sahip pirinç unlarının, daha iri partiküllü pirinç unları ile kıyaslandığında hamur viskozitesini arttırdığı ve kekta homojen kabarcıklar oluşturduğu belirtilmiştir. Glutensiz keklerin üretiminde beyaz rengi ve kolay sindirilebilme özelliği sayesinde çoğunlukla pirinç ununun tercih edildiği belirtilmektedir. Pirinç unlarının gaz tutma kapasitesinin düşük olması sebebiyle düşük hacim ve zayıf tekstür yapısı göstermesi gibi problemlerle karşılaşılabilir (Turabi ve diğ. 2008; Özüğür ve Hayta 2011; Gao ve diğ. 2018).

Glutensiz keklere tapyoka ve patates nişastası gibi bitkisel kaynaklı katkı maddelerinin ilavesi ile hacmin artırıp homojen gözenek yapısının sağlanabileceği belirtilmiştir. Çeşitli gamların formülasyona dahil edilmesiyle nem içeriğinin artırılması ile son ürünün doku sertliği azaltılabilmektedir. Keklerde arzu edilen gözenek yapısının oluşumunu sağlamak ve elastikiyeti iyileştirmek amacıyla çeşitli protein izolatları kullanılabilmektedir. Lif ilaveli ürünlerde ise yapıdaki nişasta olmayan polisakkaritlerin oranının artması nedeniyle genellikle daha sert doku meydana gelebileceği bildirilmiştir (Gao ve diğ. 2018).

1.1.3 Glutensiz Gıdalar

Buğday ununda yer alan ve suda çözünmeyen gliadin ve glutenin fraksiyonlarının bir araya gelmesiyle oluşan gluten proteini; hamura viskoz ve elastik bir yapı kazandırmakta, gaz tutma özelliği sayesinde hamurun kabarmasında önemli rol oynamaktadır. Bu bakımdan gluten, fırıncılık ürünleri açısından oldukça önemlidir (Kuzumoğlu 2020).

Bazı bireyler, gluten proteinlerine karşı duyarlılık göstermektedirler. Gluten enteropatisi veya çölyak olarak adlandırılan bu hastalıkta, kişilerin gluten proteinini vücuda aldıklarında metabolizmaları uygun olmayan bir bağışıklık tepkisi göstermektedir. Glutenin alt fraksiyonlarından olan gliadin bu rahatsızlığın başlıca sorumlusu olmakla birlikte arpa, çavdar ve yulafın yapısında bulunan ve gliadinin homoloğu olan prolaminler de bu bireyler için toksik etki oluşturmaktadır. Hastaların tedavisinde bilinen en etkili yöntem ömür boyu glutensiz diyet uygulamasıdır. Uygulanan bu sıkı diyetle semptomlar hafifletilebilmekte ve uzun vadeli komplikasyonların önüne geçilebilmektedir (Susanna ve Prabhasankar 2013; Yönel ve Özdil 2014).

Unlu mamullerin üretiminde çoğunlukla buğday ununun tercih edilmesi, çölyaklı bireyler için glutensiz unların kullanıldığı gıdaların geliştirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır (Kuzumoğlu 2020). TS-13143 “Gıdalar-Gluteni azaltılmış ve glutensiz hale getirilmiş” standardına göre glutensiz ürünler gluteni azaltılmış ve glutensiz hale getirilmiş olmak üzere 2’ye ayrılmıştır. Gluteni azaltılmış gıdaların gluten içeriğinin kuru madde üzerinden 200 mg/kg’dan fazla olmaması gerektiği, glutensiz hale getirilmiş gıdaların ise gluten içeriğinin kuru madde üzerinden 20 mg/kg’dan fazla olmaması gerektiği bildirilmiştir (Anonim 2005).

Literatüre bakıldığında glutensiz gıdaların zenginleştirilmesi ve fonksiyonellik kazandırılması amacıyla çeşitli çalışmaların yapıldığı görülmektedir.

Yapılan bir çalışmada elma, havuç ve portakal posası tozları %5, %10 ve %15 oranlarında pirinç ununa ikame edilerek glutensiz keklerin üretimi gerçekleştirilmiştir. Elma posası tozu ilave edilen keklerin protein miktarlarının %5.96 ile %7.27 arasında değiştiği ve elma posası tozu katkısı arttıkça protein

miktarının anlamlı seviyede azaldığı bildirilmiştir. Elma posası tozu ikameli keklerin kül içeriklerinin %1.04-%1.13 arasında, yağ içeriklerinin ise %22.96-%24.60 arasında değiştiği ancak sonuçlardaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirtilmiştir. Havuç posası tozu ikameli keklerin kül içeriklerinin %1.13-%1.23 arasında değiştiği ve ikame oranı arttıkça istatistiksel olarak anlamlı bir artışın meydana geldiği saptanmıştır. Aynı örneklerin yağ içeriklerinde ise istatistiksel fark tespit edilmemiştir. Kontrol grubu ile %5, %10 ve %15 havuç posası ikame edilmiş örneklerin protein miktarlarının sırasıyla %7.27, %6.75, %6.66, %6.30 olduğu bulunmuştur. Portakal posası tozu ikameli keklerin protein miktarı posa tozu katkısı arttıkça azalmış, yağ miktarlarındaki farklılıkların ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu bildirilmiştir. Yapılan tekstürel analizlerin sonuçlarına göre posa tozlarının ikame oranı arttıkça keklerin sertlik değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Çalışmada yapılan duyusal analizde %5 portakal posası tozu ikameli glutensiz keklerin panelistler tarafından en çok tercih edilen ürün olduğu bildirilmiştir (Memeli 2015).

Türker (2016), çalışmasında yeşil muz içi ununu (YMİU) %20, %40, %60, %80 oranlarında, yeşil muz kabuğu ununu (YMKU) ise %5, %10, %15, %20 oranlarında glutensiz keklerde pirinç ununa ikame etmiştir. Kontrol grubu keklerin ve %20, %40, %60, %80 oranlarında YMİU ikame edilmiş keklerin kül değerleri sırasıyla %1.34, %1.46, %1.55, %1.64, %1.77 olarak tespit edilmiştir. YMİU ikameli keklerin protein değerlerinin ise %6.64-%7.69 aralığında değiştiği tespit edilmiş ve artan ikame oranı ile örneklerin protein miktarı azalmıştır. Keklerin yağ miktarının %16.46-%17.77 aralığında değiştiği ancak farkların istatistiksel açıdan önemsiz olduğu belirtilmiştir. YMİU katkılı keklerin hacim ve yoğunluk değerlerinde istatistiksel fark tespit edilmediği bildirilmiştir. YMİU ikame oranı arttıkça keklerin pışme kaybı değerlerinde azalma görülmüştür. Uygulanan renk analizinde YMİU katkı oranı arttıkça örneklerin dış renk L* değerinde azalma, a* değerinde artış olduğu bildirilmiştir. Kontrol örneğinin dış renk L* değeri 81.24 iken %80 YMİU katkılı keklerin L* değeri 62.25 olarak tespit edilmiştir. YMİU ikame oranı arttıkça keklerin iç renk L*, a*, b* değerlerinde ise azalma meydana gelmiştir. Uygulanan duyusal analizde genel beğeni açısından %40 YMİU ikameli keklerin en yüksek puanı aldığı belirtilmiştir. YMKU ise ikame oranının artmasıyla keklerin kül içeriklerinin artış gösterdiği kaydedilmiştir. Kontrol kekinin kül miktarı %1.40 iken %20 YMKU katkılı keklerin kül miktarı %1.94'e yükselmiştir. Kontrol ve %5, %10,

%15, %20 YMKU katkılı keklerin protein miktarları sırasıyla %7.69, %7.93, %8.00, %8.05, %7.96 olarak tespit edilmiştir. YMKU katkısı ile keklerin dış ve iç renk L*, a*, b* değerlerinde azalma olduğu bildirilmiştir. Yapılan tekstür analizlerinde kontrol grubu kek örneğinin sertliği 257.76 N iken %20 YMKU katkılı kek örneğinin sertlik değeri 1027.20 N olarak bulunduğu ve YMKU ikame oranı arttıkça keklerin sertlik değerinin arttığı bildirilmiştir. YMKU artan ikame oranıyla beraber keklerin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarlarında da artış olduğu ve bu şekilde glutensiz keklere fonksiyonellik kazandırıldığı bildirilmiştir. Uygulanan duyusal analizde ise %5 ve %10 YMKU katkılı keklerin, %15 ve %30 YMKU ikame oranlı keklere göre daha çok beğenilen kekler olduğu belirtilmiştir. YMKU katkılı keklerin duyusal analiz sonuçlarında genel beğeni açısından %20, %40, %60 katkılı keklerin benzer ($p>0.05$) puanlar aldığı, %80 katkı oranıyla ise genel beğeni puanının düştüğü bildirilmiştir.

Acı bakla unu ve karabuğday unu ile glutensiz keklerin zenginleştirilmesinin araştırıldığı bir çalışmada acı bakla unu ikame oranı (%10, %20, %30, %40) arttıkça keklerin kül, protein ve yağ içeriklerinde artış olduğu saptanmıştır. Kontrol kekinin kül miktarı %1.73 iken %40 acı bakla unu ikameli keklerin kül miktarının %2.02'ye yükseldiği belirtilmiştir. Protein miktarının %5.68-%11.51 aralığında, yağ miktarının ise %28.2-%30.11 aralığında değiştiği bildirilmiştir. Mineral madde içeriği incelendiğinde acı bakla unu ikamesi arttıkça kalsiyum, magnezyum ve fosfor miktarlarında istatistiksel açıdan önemli artışlar kaydedilmiştir. Kontrol örneğinin kalsiyum, magnezyum ve fosfor miktarları sırasıyla 14.62 mg/100g, 8.79 mg/100g ve 290.2 mg/100g olarak tespit edilirken, aynı mineral maddeler %40 acı bakla unu ikameli keklerde sırasıyla 81.12 mg/100g, 28.63 mg/100g ve 356.1 mg/100g olarak belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre %30'a kadar acı bakla unu ikame oranının keklerde kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada karabuğday ununun %5, %10, %15, %20 oranlarında kek formülasyonuna ilave edilmesi ile elde edilen örneklerin kül miktarları sırasıyla %1.79, %1.86, %1.93, %1.98 olarak tespit edilmiştir. Karabuğday unu katkılı keklerin protein miktarının %5.80-%6.25 arasında, yağ miktarının ise %28.22-%28.31 arasında değiştiği bildirilmiştir. Mineral madde içerikleri incelendiğinde %5 karabuğday unu katkılı keklerin kalsiyum, magnezyum, potasyum, fosfor miktarlarının sırasıyla 15.13 mg/100g, 14.42 mg/100g, 185.16 mg/100g, 299.34 mg/100g olduğu, %20 karabuğday unu katkılı

örneklerde ise aynı mineral maddelerin sırasıyla 16.98 mg/100g, 32.25 mg/100g, 218.21 mg/100g ve 320.8 mg/100g'a yükseldiği saptanmıştır. %15'e kadar karabuğday unu ikame edilmiş keklerin duysal olarak kabul edilebilir puanlar aldıkları bildirilmiştir (Levent ve Bilgiçli 2011).

Glutensiz keklere %10 ve %20 oranlarında kabak çekirdeği unu ikame edilen bir çalışmada ikame oranı arttıkça örneklerin protein, diyet lifi, yağ miktarları artarken, karbonhidrat miktarlarında azalma gözlemlenmiştir. Kül değerlerinde ise istatistiksel fark görülmemiştir. Kontrol örneğinin protein miktarı %5.45 iken, %10 ve %20 kabak çekirdeği unu ikame edilen keklerin protein miktarlarının sırasıyla %7.94 ve %10.76 olduğu belirtilmiştir. Yağ miktarı kontrol örneğinde %3.44 olarak bulunurken, %20 oranında kabak çekirdeği unu ikame edilen keklerin yağ miktarının %13.68'e yükseldiği saptanmıştır. Diyet lifi miktarının kontrol örneğine kıyasla %20 oranında kabak çekirdeği içeren örnekte yaklaşık 11 kat arttığı tespit edilmiştir. Yapılan tekstür analizlerinde kabak çekirdeği unu ikame oranı arttıkça keklerin sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinde artış görülmüştür. Yapışkanlık ve esneklik değerlerinde ise istatistiksel fark olmadığı belirtilmiştir. Uygulanan duysal analizde ise genel beğeni açısından %20 kabak çekirdeği unu katkılı örneklerin en yüksek puanları aldığı belirlenmiştir (Palacio ve diğ. 2018).

Yeşilkanat (2019)'ın yaptığı çalışmada 2 farklı Trabzon hurması çeşidinden (Hachiya ve Fuyu) elde edilen unların (THU) glutensiz keklerde şeker ikamesi olarak kullanım olanakları araştırılmıştır. Bu çalışmada glutensiz kek formülasyonlarında pirinç ununa %20, %40, %60 ve %80 oranlarında THU ikame edilmiştir. Uygulanan kimyasal analizlerde THU katkılı keklerin ikame oranı arttıkça kek örneklerinin kül ve diyet lifi miktarlarının arttığı gözlemlenmiştir. Kek örneklerinin kül miktarının %1.06-%1.76 aralığında değiştiği belirtilmiştir. Diyet lifi miktarları ise en fazla %0.84 olarak belirlenmiştir. Keklerin yağ miktarlarının THU ikamesiyle azaldığı saptanmıştır. Her iki çeşit THU ikamesinin keklerde artmasıyla örneklerin antioksidan aktivite değerleri ve toplam fenolik madde miktarları artış göstermiştir. Keklerin antioksidan aktivite değerleri kontrol örneğinde 0.28 TEAC/g, Hachiya cinsi THU katkılı örneklerde 0.54-1.02 mg TEAC/g aralığında, Fuyu cinsi THU katkılı örneklerde ise 0.40-0.92 mg TEAC/g aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Kontrol örneğinin toplam fenolik madde miktarı 0.24 mg GAE/g iken %80 Hachiya

cinsi ve %80 Fuyu cinsi THU ikame edilen keklerin toplam fenolik madde miktarlarının sırasıyla 0.97 mg GAE/g ve 0.62 mg GAE/g olduğu belirtilmiştir. THU ikameli keklerin ikame oranı arttıkça spesifik hacim ve pişme kaybı değerlerinin azaldığı belirtilmiştir. Tekstür analiz sonuçlarına göre, ikame oranının artması ile keklerin sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin arttığı, elastikiyet değerlerinin ise azaldığı bildirilmiştir. Duyusal analizde en yüksek genel beğeni puanını %40 THU ikame edilmiş kek örneğinin aldığı bildirilmiştir.

Chia ve kinoa unlarının eşit oranlarda karıştırılması ile hazırlanmış unun, pirinç unu ve nişasta bazlı kek formülasyonuna %5, %10, %15, %20 ve %25 oranlarında ikame edilmesinin araştırıldığı bir çalışmada, chia unu ve kinoa unu kullanımı ile glutensiz keklerin kül, protein, yağ, toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite kapasitesinde artış olduğu belirtilmiştir. Keklerin kalsiyum, magnezyum ve fosfor içeriklerinin chia ve kinoa unu ikamesi ile önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir. Kontrol örneğinin kalsiyum, magnezyum ve fosfor miktarlarının sırasıyla 21.06 mg/kg, 178.51 mg/kg, 6.91 mg/kg olduğu, %25 oranında chia ve kinoa unu karışımı ikameli keklerde ise aynı minerallerin sırasıyla 151.40 mg/kg, 422.18 mg/kg, 71.40 mg/kg olduğu saptanmıştır. Keklerin spesifik hacimlerinin 1.01-1.10 g/cm³ aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Duyusal analizlere göre chia ve kinoa unu karışımı ikame edilmiş keklerin kontrolden daha yüksek tekstür ve tat puanları aldığı kaydedilmiş, %20'ye kadar chia ve kinoa unu karışımının ikamesinin kabul edilebilir olduğu belirtilmiştir (Aktaş ve Levent 2018).

Yapılan bir çalışmada glutensiz mini keklere %2.5, %5.0 ve %7.5 oranlarında brokoli yaprağı tozu ikamesi gerçekleştirilmiş ve böylece keklerin gıda bileşenleri bakımından zenginleştirilerek fonksiyonellik kazandırması amaçlanmıştır. Spesifik hacim değerleri incelendiğinde kontrol örneğinin zenginleştirilmiş örneklerle kıyasla yüksek spesifik hacme sahip olduğu ancak brokoli yaprağı tozu ikameli kekler arasında önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir. Keklerin dış renk L* değerlerinin ikame oranının artması ile azaldığı ve 69.61-40.67 aralığında değiştiği belirlenmiştir. İç renk L* değerlerinde de benzer şekilde azalma görülmüştür. Dış renk ve iç renk a* değerlerinin kontrol örneklerinde 11.99 ve 4.83 olduğu belirlenmiştir. %2.5, %5.0 ve %7.5 oranlarında brokoli yaprağı tozu ikameli örneklerin dış renk a* değerlerinin sırasıyla -3.38, -7.73, -9.83 ve iç renk a* değerlerinin -11.99, -12.72, -13.02 olduğu

bildirilmiştir. Yapılan duyusal analizde genel beğeni açısından kontrol örneğinden sonra %2.5 brokoli yaprağı tozu katkılı keklerin en yüksek puanı aldığı bildirilmiştir (Krupa-Kozak ve diğ. 2019).

Diğer bir çalışmada pirinç ununa %15, %30 ve %45 oranlarında pirinç proteini, bezelye proteini, yumurta beyazı proteini ve peynir altı suyu proteini ikame edilerek glutensiz kek üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda yapılan fiziksel analizlerde kek yoğunluğu pirinç proteini ve yumurta beyazı proteini ikame oranı arttıkça azalmış, viskozite değerleri ise tüm protein kaynaklarının ilavesi ile artmıştır. Peynir altı suyu proteini ikame oranı arttıkça keklerin spesifik hacim değerlerinde artış kaydedilmiştir. Kontrol ve %30 oranında protein kaynaklarının ilave edildiği keklerle uygulanan duyusal analizde kontrol örneğinin ardından en beğenilen ürün %30 peynir altı suyu proteini katkılı keklerin olduğu bildirilmiştir (Sahagun ve diğ. 2018).

Barışık ve Tavman (2018), glutensiz ekmeklerde nohut unu kullanımını araştırdıkları çalışmada kontrol örneğinin üretiminde esmer pirinç unu ve patates nişastası kullanmışlardır. Nohut ununu %20, %40 ve %60 oranlarında esmer pirinç unu ve patates nişastasına ikame etmişlerdir. Nohut unu ikame oranı arttıkça glutensiz ekmeklerin pişme kaybında ve özgül hacim değerlerinde azalma meydana gelirken, protein ve kül içeriklerinde artış olduğu belirtilmiştir. Kontrol grubu ekmeğin protein miktarı %4.44 iken %60 nohut unu katkılı ekmeğin protein miktarının %13.37'ye yükseldiği bildirilmiştir. Kül miktarlarının ise %1.62-%2.45 aralığında değişim gösterdiği belirtilmiştir. Örneklere uygulanan tekstürel analizlere göre sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinin nohut unu ikamesi ile artış meydana geldiği bildirilmiştir. Çalışma sonucunda glutensiz ekmeklerin nohut unu ikamesi ile gıda bileşenleri bakımından zenginleştirildiği ifade edilmiştir. Duyusal analizde de %40 nohut unu ikame edilmiş ekmeklerin panelistler tarafından en beğenilen örnekler olduğu bildirilmiştir.

Ulutürk (2018)'ün yaptığı çalışmada incir çekirdeği tozunun glutensiz bisküvilerde kullanımı araştırılmıştır. Mısır nişastası, pirinç unu, mısır unu ve patates nişastasından oluşan glutensiz un karışımına incir çekirdeği tozu %10, %20 ve %30 oranlarında ilave edilmiş, artan incir çekirdeği tozu ilavesi ile bisküvilerin protein, yağ ve diyet lifi içeriğinde artış olduğu bildirilmiştir. Kontrol örneğinin kül, protein,

yağ, diyet lifi miktarları sırasıyla %0.82, %4.82, %13.28 ve %5.94 olarak bulunmuş, %30 incir çekirdeği tozu ilaveli bisküvilerde ise bu değerlerin %1.88, %6.92, %14.78, %16.03 olarak tespit edildiği bildirilmiştir. Renk analizinde bisküvilerin L ve b değeri artan ilave oranı ile azalmış, a değeri ise artmıştır. Duyusal analizde panelistlerin en beğendiği ürünün %30 incir çekirdeği tozu ilaveli bisküvi çeşitlerinin olduğu kaydedilmiştir.

Yapılan diğer bir çalışmada badem unu %10, %20, %30 oranlarında pirinç ununa ikame edilerek bisküvi üretimi gerçekleştirilmiştir. Formülasyonda badem unu ikame oranının artması ile nem miktarının azaldığı; protein, yağ, kül ve diyet lifi miktarlarının ise artış gösterdiği belirtilmiştir. Badem unu ikamesiyle renk parametrelerinden L ve b değerlerinde artış, a değerinde azalma olduğu kaydedilmiştir. %30 oranında badem unu katkılı bisküvilerin panelistlerden olumlu puanlar aldığı ve bu orana kadar bisküvi formülasyonuna ilave edilebileceği belirtilmiştir (Yıldız 2019).

Topaloğlu (2019)'nın yaptığı bir çalışmada keçiboynuzu unu ve kestane unu %20, %40 ve %60 oranlarında glutensiz bisküvi formülasyonunda pirinç ununa ikame edilmiş, kontrol grubu örneklerle birlikte toplam 7 çeşit bisküvi örneğinin üretimi gerçekleştirilmiştir. Keçiboynuzu ve kestane unlarının ikame oranları arttıkça bisküvilerin protein içeriklerinde azalma, kül ve yağ içeriklerinde ise artış olduğu kaydedilmiştir. Keçiboynuzu unu ikameli bisküvilerin protein miktarları %1.85-%3.27 aralığında, kül miktarları %1.16-%1.24 aralığında, yağ miktarlarının ise %19.78-%21.35 aralığında değişim gösterdiği belirtilmiştir. Kül miktarının kontrol örneğinde %1.02 olduğu, %60 kestane unu ikameli bisküvilerde yaklaşık 1.2 kat arttığı bildirilmiştir. Kestane unu ikameli örneklerin protein miktarlarının %3.06 ile %3.36 yağ değerlerinin %23.05 ile %23.76 aralığında değiştiği belirtilmiştir. Keçiboynuzu unu ve kestane unu ikamesinin artmasıyla bisküvilerin sertlik değerlerinin arttığı bildirilmiştir. Duyusal analiz sonucunda kestane unlu bisküvilerin kontrolden daha yüksek puanlar aldığı, keçiboynuzu unu ikameli örneklerde ise %20 oranının üzerine çıkıldığında duyusal özelliklerin olumsuz etkilendiği belirtilmiştir.

Diğer bir çalışmada formülasyonda eşit miktarlarda pirinç unu ve manyok unu kullanılarak üretimi gerçekleştirilen glutensiz bazlama ve bisküvilere belli oranlarda ekstrüde soya proteini ve balkabağı tozu ilavesi yapılmıştır. Kontrol örneği

dışındaki glutensiz bazlama örneklerine %2.5, %5, %7.5, %10 oranlarında ekstrüde soya proteini ve %7 balkabağı tozu ilave edilmiştir. Kontrol örneğine kıyasla %10 ekstrüde soya proteini ilave edilen örneklerin protein, yağ, kül ve lif miktarlarının sırasıyla yaklaşık 1.96, 1.18, 1.39, 2.07 kat arttığı belirlenmiştir. Glutensiz bazlama örneklerine ekstrüde soya proteinlerine ilave olarak balkabağı tozu eklendiği için β -karoten içerikleri kontrol örneğine kıyasla önemli seviyede artmış, ekstrüde soya proteinleri ilave oranına bağlı olarak herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Örneklerin renk parametrelerinden L değerinde soya proteini ilavesi ile azalma görülmüş, a ve b değerlerinde ise artış kaydedilmiştir. Duyusal analizde genel beğeni bakımından en yüksek puanı %5 soya proteini ilaveli bazlama örneğinin aldığı belirtilmiştir. Aynı çalışmada üretilen glutensiz bisküvilerden kontrol örneğinin haricindeki örneklerin formülasyonuna %5, %10, %15, %20 oranlarında ekstrüde soya proteini ve %7 balkabağı tozu ilave edilmiştir. Bisküvi örneklerinin protein, yağ, kül ve lif içeriklerinde ekstrüde soya proteini ilavesinin artmasıyla artış kaydedilmiştir. Kontrol ve %5, %10, %15, %20 ekstrüde soya proteini ilaveli bisküvilerin protein miktarları sırasıyla %4.01, %6.85, %9.69, %12.53, %15.37 olarak saptanmıştır. Yağ miktarlarının %27.74-%28.54, kül miktarlarının %0.58-%1.54, diyet lifi miktarlarının ise %0.55-%1.04 aralığında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. β -karoten miktarı kontrol örneğinde 865.20 $\mu\text{g}/100\text{g}$ olarak tespit edilirken soya proteini ilaveli bisküvilerde 1158.30-1386.20 $\mu\text{g}/100\text{g}$ arasında değiştiği saptanmıştır. Renk analizi sonuçlarının bazlama örnekleri ile benzerlik gösterdiği ve ikame oranının artmasıyla L değerinde azalma, a ve b değerlerinde artış meydana geldiği belirtilmiştir. Glutensiz bisküvilerin sertlik değerleri kontrol grubu ile %5, %10, %15, %20 soya proteini ilaveli örneklerde sırasıyla 2933 g, 3234 g, 3612 g, 3806 g, 4098 g olarak; yapışkanlık değerleri ise sırasıyla 1.0, 2.0, 2.0, 3.0 ve 5.0 g/s olarak tespit edilmiştir. Duyusal analizde genel kabul edilebilirlik açısından kontrol örneğinin ardından %5 soya proteini ilaveli bisküvilerin en yüksek puanı aldığı bildirilmiştir (Aly ve Seleem 2015).

1.2 Tezin Amacı

Gluten içermeyen çeşitli unlar kullanılarak hazırlanan glutensiz ürünler gıda bileşenleri açısından yetersiz kalmaktadır. Bunun yanı sıra bu tip ürünlere ulaşmada

yaşanan zorluklar ve ürün çeşitliliğinin az olması, glutensiz beslenmeyi zorlaştırmaktadır. Günlük hayatta sıkça tüketilen bir tahıl ürünü olan keklerin, glutensiz unlardan üretilmesinin yanı sıra çeşitli kaynaklarla zenginleştirilmesi ile fonksiyonel özellik kazandırılması önem arz etmektedir.

Yapılan çalışmalarda gıda bileşenleri bakımından üstün özelliklere sahip olduğu belirtilen bamya tohumu ile ilgili literatürde yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bamya tohumunun glutensiz kek bileşimine ilave edilerek hazırlanan keklerin niteliklerini belirlemenin faydalı olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada kül, yağ, protein, toplam fenolik madde ve diyet lifi içeriği bakımından zengin bir bitkisel kaynak olan bamya tohumunun un haline getirilerek kek formülasyonlarında %15, %30 ve %45 oranlarında kullanılması ve bu sayede hem çölyak hastaları için yeni bir alternatif ürün geliştirilmesi hem de üretilen glutensiz keklerin zengin gıda bileşimi sayesinde fonksiyonel bir gıda ürünü ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

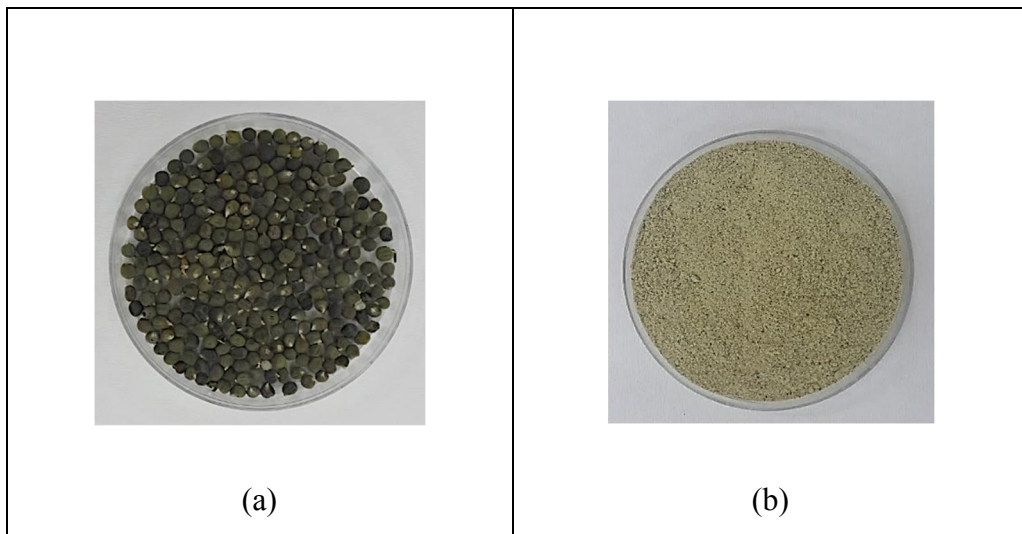
2. MATERİYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

Keklerin üretiminde kullanılan bamya tohumları Denizli’de bir aktardan temin edilmiştir. Üretimde kullanılan pirinç unu, yumurta, şeker, mısırözü yağı, süt, kabartma tozu Denizli’de bulunan marketlerden temin edilmiştir.

2.1.1 Bamya Tohumu Ununun Hazırlanması

Aktardan temin edilen bamya tohumları laboratuvar tipi elektrikli bir blenderda (Waring Blender, Torrington, CT., ABD) öğütülmüştür. Daha sonra 500 µm’lik elekten geçirilerek %55.3 verimle çalışmada kullanılacak formda standart partikül boyutunda tohum unları elde edilmiştir. Hazırlanan bamya tohumu unu çalışma süresi boyunca derin dondurucuda (Vestel, FT280, Türkiye) -18°C’de saklanmıştır. Şekil 2.1.a’da çalışmada kullanılan bamya tohumlarının, Şekil 2.1.b’de ise bu tohumların öğütülmesi ile elde edilen bamya tohumu ununun görüntüleri verilmiştir.



Şekil 2.1 a) Bamya tohumu b) Bamya tohumu unu

2.1.2 Keklerin Üretilmesi

Keklerin formülasyonunda kullanılacak bamya tohumu unu oranları yapılan ön denemelerle belirlenmiştir. Üretilen keklerin formülasyonları Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1: Üretimi yapılan kek örneklerinin formülasyonları

Malzemeler	Kontrol	15 BTU	30 BTU	45 BTU
Pirinç unu (g)	94.5	80.33	66.2	51.98
Yumurta (g)	73.8	73.8	73.8	73.8
Şeker (g)	55	55	55	55
Tam yağlı süt (g)	18.9	18.9	18.9	18.9
Mısırözü yağı (g)	44.4	44.4	44.4	44.4
Kabartma tozu (g)	5.4	5.4	5.4	5.4
Bamya tohumu unu (g)	-	14.17	28.3	42.52

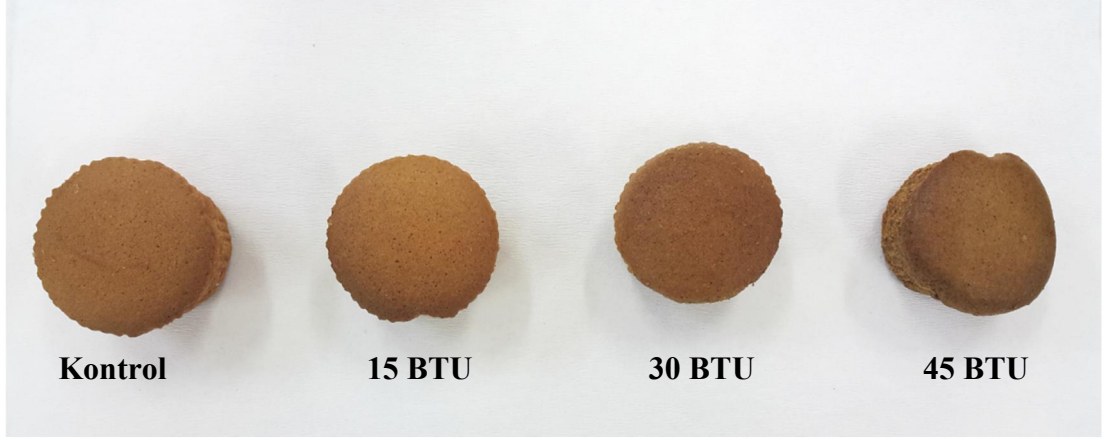
Kontrol: Sadece pirinç unu kullanılarak üretilen kek

15 BTU: %15 bamya tohumu unu ikameli kek

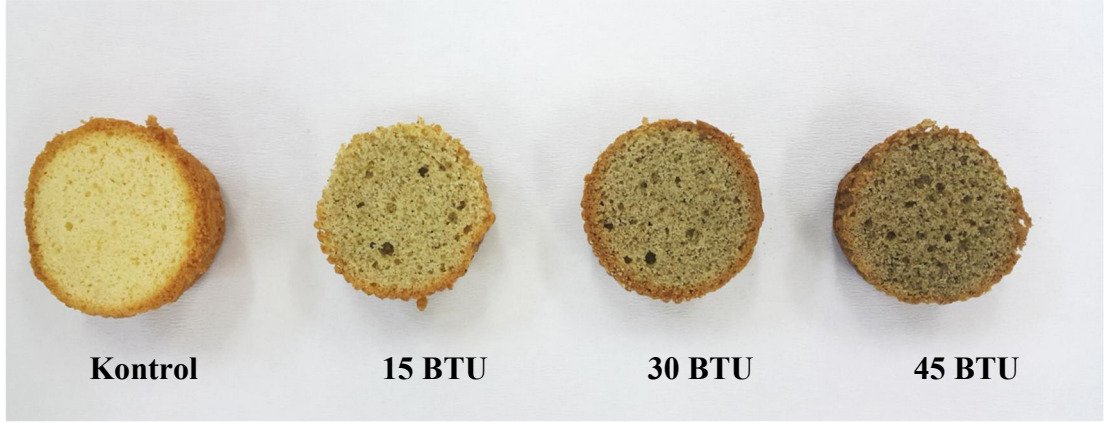
30 BTU: %30 bamya tohumu unu ikameli kek

45 BTU: %45 bamya tohumu unu ikameli kek

Üretimde ilk olarak yumurta ve şeker mikserde (KMM060 Mutfak Şefi, Kenwood) hızlı devirde 5 dk. süreyle çırpılmıştır. Ardından formülasyonda yer alan ölçülerde süt ve yağ ilave edilmiş, orta hızda 3 dk. çırpılmaya devam edilmiştir. Bamya tohumları %15, %30 ve %45 oranlarında pirinç ununa ikame edilerek kullanılmış, kabartma tozu ise bu un karışımına ilave edilmiştir. Elde edilen un karışımı son aşamada eklenerek orta hızda 3 dk. daha çırpılmış ve bu şekilde kek hamuru hazırlanmıştır. Hazırlanan kek hamurları kek kalıplarına 35 g olacak şekilde paylaştırılmış ve 170 °C’ye ayarlı fırında (ASL Makine, Türkiye) 25 dk. süreyle pişirilmiştir. Tamamen pirinç unundan üretilen kontrol örneği ile birlikte toplam 4 farklı formülasyonda glutensiz kek örneği üretilmiştir. Üretimler 2 tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiş, örnekler analizler yapıncaya kadar ağzı kapalı poşetlerde - 18 °C’deki derin dondurucuda depolanmıştır. Üretilen keklerin dış ve iç görüntüleri Şekil 2.2 ve Şekil 2.3’te sırasıyla verilmiştir.



Şekil 2.2: Üretilen keklerin dış görüntüsü



Şekil 2.3: Üretilen keklerin iç görüntüsü

2.2 Yöntem

2.2.1 Kimyasal Analizler

Üretimde kullanılan bamya tohumu unu, pirinç unu ve üretilen tüm kek örneklerinde nem, kül, yağ, protein, diyet lifi, karbonhidrat, kalori değeri, mineral madde kompozisyonu, amino asit kompozisyonu, yağ asidi kompozisyonu, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite tayinleri gerçekleştirilmiştir.

2.2.1.1 Nem Tayini

Saf su ile yıkanan kurutma kapları 105 ± 2 °C etüvde (Memmert, UNB 400, Almanya) kurutularak sabit tartıma getirilmiş, desikatörde soğutulan kaplara 5 g örnek tartılarak 105 ± 2 °C ayarlı etüvde sabit tartıma gelene kadar kurutma işlemi yapılmıştır. İşlem sonunda uzaklaştırılan nem miktarı, başlangıç örnek ağırlığına oranlanarak % nem miktarı hesaplanmıştır (AOAC 1990).

2.2.1.2 Kül Tayini

Sabit tartıma getirilen porselen krozelere yaklaşık 3 g örnek tartılmıştır. İlk olarak ön yakma işlemi uygulanmış ardından örnekler kül fırınına (Elektro-Mag, M1813, Türkiye) alınarak sıcaklık kademeli olarak 800 ± 5 °C'ye kadar arttırılmış ve beyaz kül rengi elde edilinceye kadar yakma işlemine devam edilmiştir. İşlem sonunda krozelerde kalan kalıntının ağırlığı, başlangıç örnek ağırlığına oranlanarak % kül miktarı hesaplanmıştır (AOAC 1990).

2.2.1.3 Yağ Tayini

Yağ analizi Soxhlet ekstraksiyon yöntemi ile yapılmıştır. Ekstraksiyon kartuşlarına yaklaşık 5 g örnek tartılarak soxhlet cihazına (GFL, 1042, Almanya) yerleştirilmiştir. Çözücü olarak petrol eteri kullanılmış, ekstraksiyon bitince rotary evaporatör (Scilogex, RE100-Pro, ABD) ile petrol eteri uzaklaştırılmıştır. Cam balonda kalan yağın ağırlığı, başlangıçta tartılan örnek ağırlığına bölünüp 100 ile çarpılmıştır. Sonuç % yağ miktarı olarak hesaplanmıştır (AOAC 1990).

2.2.1.4 Protein Tayini

Protein tayini Kjeldahl metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Analiz başlıca yakma, distilasyon ve titrasyon basamaklarından oluşmaktadır. Yaklaşık 1 g örnek kjeldahl balonuna tartılarak sülfürik asit ile yakma işlemi uygulanmıştır. Ardından derişik NaOH çözeltisi (%40'lık) kullanılarak distilasyon işlemi gerçekleştirilmiş,

azotlu bileşiklerin %4'lük borik asit çözeltisi içinde tutulması sağlanmıştır. Son olarak elde edilen distilat 0.1 N HCl ile titre edilmiş ve harcanan sarfiyat değeri kaydedilmiştir. Protein miktarları hammaddelerde 5.70; kek örneklerinde ise 6.25 faktörü kullanılarak eşitlik 2.1 ve 2.2. yardımıyla hesaplanmıştır (AACC 1999).

$$\% \text{ Azot} = \frac{V \times N \times 1.4}{m} \times 100 \quad (2.1)$$

$$\% \text{ Protein} = \% \text{ Azot} \times F \quad (2.2)$$

V: Titrasyonda harcanan HCl miktarı (ml)

N: Titrasyonda kullanılan HCl normalitesi

m: Örnek miktarı (g)

F: Faktör

2.2.1.5 Çözünür, Çözünmez ve Toplam Diyet Lifi Tayini

Diyet lifi analizi AOAC 991.43 (1995) ve AACC 32-07 (1995) metodlarına göre yapılmıştır. İçerisinde α -amilaz, proteaz ve amiloglukozidaz enzimlerini bulunduran test kiti (Megazyme International Ireland Ltd, Wicklow, İrlanda) kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir.

İlk aşamada içine Celite konulan gooch krezeleri (sinter cam filtreli, 30 ml, 1D, Por: 4) sabit tartıma getirilerek hassas terazide (Vibra, AJ-420CE, Japonya) tartılmış ve değerler kaydedilmiştir. 1 g örnek tartılarak üzerine 40 ml MES-TRIS çözeltisi ilave edilmiş, içerisine manyetik karıştırıcı (Wisestir, MSH-20A, Almanya) atılarak örnek çözelti içerisinde dağılına kadar karıştırılmıştır. Örneklerde bulunan sindirilebilir nişastanın hidrolizini sağlamak amacıyla ilk olarak ısıya dayanıklı α -amilaz enzimi ilave edilmiş ve örnekler 98–100 °C ayarlı su banyosunda (Wisebath, WB-22, Almanya) 30 dk. tutulmuştur. Ardından proteaz enzimi ilave edilmiş ve 60 °C'deki su banyosunda 30 dk. bekletilmiştir. Süre sonunda alınan örneklerle 5 mL 0.561 N HCl çözeltisi eklenmiş ve pH metre ile (Ezdo, PL-700PC, Tayvan) pH ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Örneklerin pH'nın 4.1 ile 4.8 aralığına ayarlanabilmesi için %5'lik NaOH ve %5'lik HCl çözeltileri kullanılmıştır. Son olarak amiloglukozidaz enzimi örneklerle ilave edilmiştir ve 60 °C'de 30 dk. daha su

banyosunda bekletilmiştir. Proteaz ve amiloglukozidaz enzimlerinin ilavesiyle sindirilebilir proteinlerin hidrolizasyonu sağlanmıştır. Önceden sabit tartıma getirilen gooch krozeleri 250 mL'lik nuçe erlenine kauçuk adaptör yardımıyla yerleştirilmiş ve vakum pompa bu erlene bağlanmıştır. Elde edilen enzim karışımı vakum yardımıyla celite içeren gooch krozelerinden geçirilerek diyet lifinin suda çözünmeyen kısmının tutulması sağlanmıştır. Ardından krozelerin üstünde tutunan kısım sırasıyla %95'lik etanol ve aseton ile 2 kez yıkanmıştır.

Alt kısımda kalan filtratın üzerine hacminin 4 katı kadar 60 °C'deki %95'lik etil alkol ilave edilerek oda koşullarında 1 saat bekletilmiştir. Bu sayede diyet lifinin suda çözünür kısmının çöktürülmesi amaçlanmıştır. Süre sonunda bu karışım da Celite içeren gooch krozelerinden vakum yardımı ile geçirilerek diyet lifinin suda çözünen kısmının bu krozelerde tutunması sağlanmıştır. Krozelerde tutunan kısım sırasıyla %78 etanol, %95 etanol ve aseton ile 2 kez yıkanmıştır.

Krozelerde tutunanlar diyet lifinin suda çözünen, çözünmeyen kısımlarının yanı sıra sindirilemeyen protein ve mineralleri de içermektedir. Elde edilen kalıntılar 105±2 °C ayarlanan etüvde bir gece bekletilerek kurutulmuştur. Daha sonra tartılan değerler (R1 ve R2) kaydedilmiştir. Kalıntılarda bulunan mineral ve protein miktarlarının belirlenebilmesi için kalıntılara kül ve protein analizleri uygulanmıştır. Daha sonra eşitlik 2.3 kullanılarak suda çözünen ve çözünmeyen diyet lifi miktarları hesaplanmıştır. Çözünen ve çözünmeyen diyet lifi miktarlarının toplanması ile toplam diyet lifi miktarı belirlenmiştir.

$$\% \text{ Diyet Lifi} = \frac{\frac{R1+R2}{2} - P - A - B}{\frac{M1+M2}{2}} \times 100 \quad (2.3)$$

M1: Örnek ağırlığı (1.paralel)

M2: Örnek ağırlığı (2.paralel)

R1: M1 örneğinin krozede kalan kalıntı ağırlığı

R2: M2 örneğinin krozede kalan kalıntı ağırlığı

P: R1 kalıntısının protein miktarı

A: R2 kalıntısının kül miktarı

B: Kör

2.2.1.6 Karbonhidrat Miktarının Hesaplanması

Karbonhidrat miktarlarının (%) hesaplanması için örneklerin belirlenen nem, kül, yağ, protein ve diyet lifi değerleri 100'den çıkartılmıştır (El-Hamid ve Rabou 2018).

2.2.1.7 Kalori Değerinin Hesaplanması

Belirlenen protein ve karbonhidrat miktarları 4 kcal/g, yağ miktarları ise 9 kcal/g katsayıları ile çarpılıp bulunan değerlerinin toplanması ile örneklerin kalori değerleri hesaplanmıştır. Sonuçlar kcal/100g olarak verilmiştir (Souci ve diğ. 2000).

2.2.1.8 Mineral Madde Kompozisyonu Tayini

Mineral madde tayini Inductively Coupled Plasma Mass Spektrometresi (ICP-MS, Perkin Elmer, NexION 2000, ABD) ile yapılmıştır. Çözünürleştirme ünitesinde 0.5 g alınan örnekler 10 mL 1 N HNO₃ ile çözündürülmüştür. Numunedeki elementler iyonlaştırıldıktan sonra kütle spektrometresine gönderilmiş, burada kütle/yük oranlarına göre ayrıştırılmıştır. Örneklerin Mg, P, K, Ca, Mn, Fe, Zn, Cu miktarları mg/kg cinsinden belirlenmiştir (Topal ve Onac 2020).

2.2.1.9 Amino Asit Kompozisyonu Tayini

Amino asit kompozisyonlarının belirlenmesi için JASEM LC-MS/MS amino asit analiz kiti (JASEM JSM- CL-508, Istanbul, Turkey) kullanılmıştır. Amino asitlerin konsantrasyonu, elektrosprey iyonizasyonu temelli çoklu reaksiyon izleme modu ile belirlenmiştir. 0.5 g homojenize örnek cam tüplere tartılmış ve üzerine 4 mL JASEM amino asit reaktifi (JASEM JSM- CL-508, Istanbul, Turkey) ilave edilerek 110 °C'de 24 sa. hidroliz edilmiştir. Süre sonunda hidroliz edilen örnek oda sıcaklığına soğutulurak 5 dk. 4000 g'de santrifüjlenmiştir. Üst fazdan 100 µL alınmış ve 1 mL'ye saf su ile tamamlanarak 800 kat seyreltilmiş hidrolizat elde edilmiştir. Seyreltilmiş hidrolizattan 50 µL alınarak bir viala koyulmuş üzerine sırasıyla 50 µL

iç standart karışımı ve 700 µL JASEM asidik hidroliz çözeltisi ilave edilmiştir. Elde edilen bu çözelti karışımı 5 sn. vortekslenmiştir. Bu şekilde hazırlanan numuneler LC-MS/MS sistemine enjekte edilmiştir. Amino asit miktarlarını tespit etmek amacıyla kullanılacak kalibrasyon eğrisi 5 noktalı kalibrasyon seti şeklinde, kitte belirtilen işlemlerin hidroliz prosesi dışındaki basamakları uygulanarak hazırlanmıştır (Bilgin ve diğ. 2019; Tabak ve diğ. 2021).

2.2.1.10 Yağ Asidi Kompozisyonu Tayini

Yağ asidi kompozisyonları, AOCS (1997) resmi metoduna göre belirlenmiştir. Soxhlet yağ ekstraksiyon yöntemi ile örneklerin yağları ayrılmış ve bu yağ örneklerinden 0.2 g tartılarak üzerlerine 2 mL hekzan ilave edilmiştir. Ardından 200 µL 2 N metanolik potasyum hidroksit eklenerek berraklaşmaya kadar vortekslenmiştir. Üst fazdan şırınga ile 1 µL örnek alınarak alev iyonlaştırma dedektörü bulunan GC cihazına (Agilent 7820A, Santa, ABD) enjekte edilmiştir. Yağ asitleri kapiler kolon yardımıyla (Agilent Technologies, ABD) ayrıştırılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak hidrojen kullanılmıştır.

2.2.1.11 Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite tayinlerinde kullanılması amacıyla örneklerden ekstraktlar hazırlanmıştır.

Ekstraktların hazırlanmasında ilk olarak 1 g örnek falcon tüplerine tartılıp üzerine 10 mL %70'lik metanol çözeltisi ilave edilmiştir. 1 dk. homojenizatörde (IKA, Ultra Turrax T18, Almanya) parçalama işlemi uygulanmıştır. Ardından 10 dk. süreyle ultrasonik su banyosunda (Elma E60 H, Almanya) bekletilmiştir. Süre sonunda alınan örnekler 15 dk. mekanik çalkalayıcıya (WiseShake SHO 1D, Almanya) konmuştur. Örnekler 4°C'de ve 8500 devir/dk.'da 20 dk. santrifüjlendikten (Nüve, NF 1200R, Türkiye) sonra üst faz pastör pipeti yardımıyla 25 mL'lik balon jöjelere aktarılmıştır. Falcon tüplerinin dibinde kalan tortular için aynı işlemler tekrar uygulanmıştır. Son olarak balon jöjede toplanan üst fazlar %70'lik metanol ile 25

mL'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan ekstraktlar amber renkli şişelere aktarıldıktan sonra -18 °C depolanmıştır.

Toplam fenolik madde tayinleri Folin-Ciocalteu (FC) metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Standart kalibrasyon eğrisini çizdirebilmek için hacimce 1:4, 1:7, 1:9 ve 1:19 oranlarında dilüsyonlar hazırlanmıştır. Dilüsyonların hazırlanmasında oranlara uygun olarak galik asit çözeltisi ve saf su kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonların her birinden 1 mL alınarak üzerlerine 5 mL FC çözeltisi (1:10) ve 4 mL Na₂CO₃ (75g/L) ilave edilmiştir. Karışımlar vortekslenerek oda sıcaklığında ve karanlık ortamda 2 saat bekletilmiştir. Çalışmada kullanılan unlarda ve kek örneklerinde ise ekstraktlardan 1 mL alınarak deney tüplerine aktarılmış, 5 mL FC ve 4 mL Na₂CO₃ çözeltisi ilave edilerek vortekslenip oda sıcaklığında ve karanlık ortamda 2 saat bekletilmiştir. Süre sonunda standartların ve örneklerin absorbans değerleri, 760 nm dalga boyunda spektrofotometrede (PG Instruments Ltd, T80 UV/VIS Spectrofotometer, İngiltere) okutulmuştur. Toplam fenolik madde miktarları mg GAE/100g olarak hesaplanmıştır (Singleton ve diğ. 1999).

2.2.1.12 Antioksidan Aktivite Tayini

Antioksidan aktivite tayini 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) metodu ile gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda ilk olarak DPPH stok çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözelti 24 mg DPPH ve 100 mL metanol içermektedir. DPPH çalışma çözeltisi ise 515 nm dalga boyundaki spektrofotometrede 1.1 ± 0.02 absorbans değeri elde edilecek şekilde DPPH stok çözeltisinin metanol ile karıştırılmasıyla hazırlanmıştır. Standart kalibrasyon eğrisini çizdirmek amacıyla trolox çözeltisi ve saf su hacimce 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:9 oranlarında kullanılarak dilüsyonlar hazırlanmıştır. Bu dilüsyonlardan 150 µL deney tüplerine alınmış ve üzerlerine 2850 µL DPPH çalışma çözeltisi ilave edilmiştir. Örnekler için ise hazırlanan ekstraktlardan 150 µL alınarak üzerine 2850 µL DPPH çalışma çözeltisi ilave edilmiştir. Standartlar ve örnekler oda sıcaklığında ve karanlıkta 1 saat bekletilmiştir. Süre sonunda spektrofotometre cihazında (PG Instruments Ltd, T80 UV/VIS Spectrofotometer, İngiltere) 515 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Antioksidan aktivite değerleri µmol TE/100g olarak hesaplanmıştır (Thaipong ve diğ. 2006).

2.2.2 Fiziksel Analizler

2.2.2.1 Renk Analizi

BTU, pirinç unu ve kek örneklerinde renk analizi Hunter-Lab Mini Scan XE renk ölçüm cihazı (Hunter Associates Laboratory, Reston, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cam bir petri içine koyulan un örneklerinin üzeri cam levha ile kapatılmış ve bu şekilde okuma yapılmıştır. Kek örneklerinde iç ve dış renk değerleri (L^* =açıklık/koyuluk, a^* =yeşillik/kırmızılık ve b^* =mavilik/sarıklık) belirlenmiştir. Dış renk ölçümünde kekler bütün haldeyken üst kısımdan okuma yapılarak değerler kaydedilmiştir. İç renk ölçümlerinde ise kekler enine doğru zemine paralel şekilde kesilmiş, alt kısmın üzerine cihaz yerleştirilerek okuma yapılmıştır (Anonim 1995).

2.2.2.2 Tekstür Profili Analizi

Üretilen kek örneklerinde tekstür analizleri Brookfield CT3-4500 tekstür analiz cihazı (Brookfield Engineering Laboratories Inc., ABD) ile yapılmıştır. Tekstürel analizler aynı gün üretilip oda sıcaklığına gelen keklerde gerçekleştirilmiştir. Ortasından enine doğru zemine paralel şekilde kesilen kek örnekleri tekstür cihazına yerleştirilmiş, 3.81 cm çapında silindir şeklindeki prob kullanılarak (TA4/1000) ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümlerde kullanılan parametreler: ön test hızı 1 mm/s, test hızı 1 mm/s, sıkıştırma oranı %50, ilk algılama kuvveti 4.5 g'dır. Bu kapsamda keklerin sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri belirlenmiştir (Yıldız 2010).

2.2.2.3 Kek Ağırlığı

Üretilen kekler oda sıcaklığına geldikten sonra hassas terazide tartılarak ağırlıkları g cinsinden belirlenmiştir.

2.2.2.4 Kek Hacmi

Kek hacim değerleri kolza tohumunun yer değiştirme prensibi esasına göre belirlenmiştir. lmde kullanılacak kabın darasının belirlenmesi amacıyla kolza tohumları sabit hızda ve sabit mesafede kabın içerisine dökülmüştür. Ardından da kabın içerisindeki tohumlar dereceli ölçü silindirine aktarılarak kap hacmi belirlenmiştir (V1). Sonrasında kek örnekleri kabın içerisine yerleştirilmiş, zerine V1 hacmindeki tohumlar boşaltılmış, kabın şt bir cetvel yardımıyla düzleştirilmiştir. Bu kaptan dışarıya taşan tohumlar dereceli ölçü silindirine aktarılarak elde edilen değer kaydedilmiştir (V2). Kaptan dışarıya taşan tohumların koyulduğu ölçü silindirinden okunan değer (V2) mL cinsinden kek hacim değerini vermiştir (Mutlu ve diğ. 2019).

2.2.2.5 Kek Spesifik Hacmi

Kek rneklerinin spesifik hacim değerleri (cm³/g) kek hacminin kek ağırlığına bölünmesi ile hesaplanmıştır (Türker 2016).

2.2.2.6 Kek Yoğunluğu

Üretilen keklerin yoğunluk değerleri (g/cm³) kek ağırlığının kek hacmine bölünmesi ile hesaplanmıştır (Aktaş ve Levent 2018).

2.2.2.7 Pişme Kaybı

Üretilen keklerin pişme kaybı değerleri eşitlik 2.4 yardımı ile % olarak hesaplanmıştır (Ataman ve Gl 2020).

$$\% \text{ Pişme Kaybı} = \frac{\text{Kek Hamur ağırlığı} - \text{Kek ağırlığı}}{\text{Kek ağırlığı}} \times 100 \quad (2.4)$$

2.2.2.8 Kek Yüksekliği

Kek yükseklik değerleri keklerin taban bölümünden en üstteki bombe kısmına kadar olan bölümün dijital kumpas (Mitutoyo, Japonya) kullanılarak mm cinsinden ölçülmesi ile belirlenmiştir (Türker 2016).

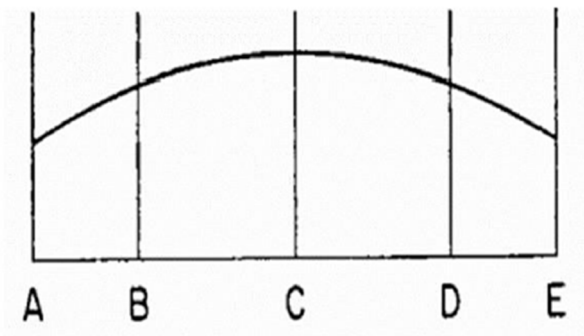
2.2.2.9 Keklerin Hacim, Simetri ve Tekdüzelik İndeks Değerleri

Kek örneklerinin hacim, simetri ve tekdüzelik indeksi değerleri AACC (10-91) resmi metoduna uygun olarak belirlenmiştir. Üretilen kekler zemine dikey olarak merkezlerinden kesilmiş, milimetrik kağıta çizilen şablon (Şekil 2.4) üzerine kesilen yüzeyleri gelecek şekilde koyularak B, C ve D yükseklikleri tespit edilmiştir. Tespit edilen değerler aşağıda verilen eşitlik 2.5, 2.6 ve 2.7’de uygun yerlere koyulmuş ve hacim indeksi, simetri indeksi, tekdüzelik indeksi değerleri saptanmıştır (AACC 2000).

$$\text{Hacim indeksi} = B + C + D \quad (2.5)$$

$$\text{Simetri indeksi} = 2C - B - D \quad (2.6)$$

$$\text{Tekdüzelik indeksi} = B - D \quad (2.7)$$



Şekil 2.4 Kek ölçümlerinde kullanılan şablon

2.2.3 Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntülemesi

Üretilen kekler ilk olarak 3x3 cm boyutlarında kesilerek liyofilizatörde (Savant Modulyod-230, Thermo Electron Corporation, ABD) kurutulmuştur. Daha sonra iletkenliğin sağlanması amacıyla 500 saniye altınla kaplanmıştır. Taramalı elektron mikroskobu (FEI Quanta 250 FEG, Hillsboro, Oregon, ABD) ile 200x büyütme oranlarında görüntüler alınmıştır.

2.2.4 Duyusal Analiz

Duyusal analiz için üretilen kekler oda sıcaklığına geldikten sonra 4 eşit parçaya bölünerek panelistlere sunulmuş ve her bir örnek rastgele 3 basamaklı sayılarla kodlanmıştır. Panele Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim elemanları ve lisansüstü öğrencileri katılmıştır. Analiz 2 tekerrürlü ve toplam 40 panelistin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Her bir örnek tadılmadan önce ağız tadının nötrlenmesi amacıyla panelistlere su içmesi tavsiye edilmiştir. Panelistlerin 7 puanlık hedonik skala (1: aşırı kötü, 7: mükemmel) ile kekleri dış renk, iç renk, koku, gözenek yapısı, tekstür, lezzet ve genel beğeni parametreleri açısından değerlendirmesi istenmiştir. Uygulanan duyusal analiz formu Ek A'da verilmiştir.

2.2.5 İstatistiksel Analiz

Keklere BTU ikame edilmesi sonucunda meydana gelen farkların anlaşılabilmesi ve yorumlanabilmesi amacıyla tüm analizlerde elde edilen sonuçların IBM SPSS 26 (IBM Corp., Armonk, NY, ABD) programı kullanılarak istatistiksel analizi gerçekleştirilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma modeli kullanarak değerler $\alpha = 0.05$ güven aralığında karşılaştırılmıştır. Sonuçlar ortalama $\pm$ standart hata şeklinde verilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Kimyasal Analiz Sonuçları

3.1.1 Temel Hammaddelerin Genel Kimyasal Bileşimleri

Bamya tohumu unu ve pirinç ununun genel kimyasal bileşimlerini belirlemek amacıyla nem, kül, yağ, protein ve diyet lifi analizleri yapılmıştır. Ayrıca karbonhidrat ve kalori değerleri hesaplanmıştır. Temel hammaddelerin genel kimyasal bileşim analizlerinin sonuçları Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1: Temel hammaddelerin genel kimyasal bileşimleri

Kimyasal Bileşim*	Hammaddeler	
	Pirinç Unu	BTU
Nem (%)	7.58±0.48	7.83±0.05
Kül (%)	0.50±0.02	6.44±0.29
Yağ (%)	0.36±0.05	28.81±0.36
Protein (%)	7.28±0.01	30.31±0.12
Çözünür Diyet Lifi (%)	0.49±0.10	4.57±0.30
Çözünmez Diyet Lifi (%)	1.38±0.20	18.79±0.82
Toplam Diyet Lifi (%)	1.87±0.30	23.36±1.12
Karbonhidrat (%)	82.42±0.76	3.25±1.70
Kalori Değeri (kcal/100g)	361.98±3.47	393.51±3.96

BTU: Bamya tohumu unu

*Sonuçlar yaş ağırlık bazında verilmiştir.

Hammadde sonuçları incelendiğinde BTU’nun pirinç ununa kıyasla kül miktarının yaklaşık 12.9 kat, yağ miktarının 80 kat, protein miktarının 4.2 kat, çözünür diyet lifi miktarının 9.3 kat, çözünmez diyet lifi miktarının ise 13.6 kat yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bileşim özellikleri sayesinde bamya tohumu ununun glutensiz ürünlerde iyi bir zenginleştirme kaynağı olabileceği sonucuna varılmıştır.

TS 2639 pirinç unu standardına göre pirinç ununun en çok %14 nem içeriğine sahip olabileceği belirtilmiştir (Anonim 2018). Çalışmada kullanılan pirinç ununun nem miktarının %7.58 olduğu ve standart ile uyumlu olduğu görülmüştür. Aynı standartta pirinç ununun kuru madde esasına göre protein miktarının en az %6.0, yağ miktarının en çok %0.4 ve kül miktarının en çok %0.7 olabileceği belirtilmiş, çalışmada kullanılan pirinç ununun kuru madde bazında protein, yağ ve kül miktarlarının sırasıyla %7.88, %0.39 ve %0.54 olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre pirinç ununun protein, yağ ve kül miktarlarının standarda uygun olduğu belirlenmiştir.

Pirinç ununun kimyasal kompozisyonunun incelendiği bir çalışmada yağ miktarı %1.3, protein miktarı %6.67, karbonhidrat miktarı %80.15, kalori değeri ise 365 kcal/100g olarak tespit edilmiştir (Maggio ve Orecchio 2018). Aly ve Seleem (2015)'in çalışmasında ise pirinç ununun protein içeriği %7.09, yağ içeriği %0.67, kül içeriği %0.93, toplam diyet lifi içeriği ise %1.94 olarak tespit edilmiştir. Bir başka çalışmada ise pirinç ununun nem, protein, yağ ve kül miktarları sırasıyla %8.59, %6.21, %1.22, %0.33 olarak belirlenmiştir (El-Hamid ve Rabou 2018). Literatürdeki çalışmalarla bu çalışmada kullanılan pirinç ununun bileşimlerinde küçük farklılıkların olduğu görülmüştür. Bunun nedeninin pirincin yetiştirme koşulları ve pirinç çeşidinden kaynaklı olabileceği düşünülmüştür (Hager 2013).

Açıkgöz ve diğ. (2016)'nin çalışmasında bamya tohumunun nem, kül, protein ve yağ değerleri sırasıyla %9.95, %5.21, %28.21 ve %22.62 olarak saptanmıştır. İki bamya tohumu genotipinin (*Agbagoma* ve *Balabi*) öğütülüp un haline getirildiği bir çalışmada örneklerin nem değerlerinin %9.00 ve %8.90, protein miktarlarının %16.80 ve %17.40, yağ miktarlarının %48.00 ve %47.80, kül miktarlarının %7.80 ve %7.70, karbonhidrat miktarlarının ise %18.40 ve %18.20 olduğu belirlenmiştir (Ofori ve diğ 2020). Bamya tohumu ununun kimyasal kompozisyonunun belirlendiği bir başka çalışmada ise nem, ham protein, ham yağ, toplam kül ve ham lif değerleri sırasıyla %10.29, %23.95, %14.91, %4.68, %24.81 olarak tespit edilmiştir (Abouel-Yazeed 2019). Kabuğu ayrılmamış bamya tohumu unu ve kabuğu ayrılmış bamya tohumu ununun kimyasal özelliklerinin incelendiği çalışmada kabuklu bamya tohumu ununun protein ve yağ değerinin sırasıyla %20.5 ve %14.73 olduğu tespit edilmiştir. Kabuksuz bamya tohumu ununun ise protein ve yağ miktarının %34.2 ve

%25.6 olduğu belirlenmiştir. Kabuklu ve kabuksuz tohum unlarının kül değerleri sırasıyla %5.70 ve %5.91 olarak bulunmuştur. Ayrıca kabuklu tohumunun kabuksuz tohum ununa kıyasla 4.2 kat fazla diyet lifi içerdiği belirtilmiştir (Adelakun ve Oyelade 2011). Omoniye ve diğ. (2021)'nin çalışmasında bamya tohumunun nem, protein, diyet lifi ve ham yağ içerikleri sırasıyla %8.40, %20.64, %24.69 ve %26.91 olarak belirlenmiştir. 7 farklı tür bamyanın kullanıldığı bir çalışmada ise örneklerin protein miktarlarının %38.99-%44.03 aralığında, yağ miktarlarının %28.08-%31.06 aralığında, kül miktarlarının ise %3.42-%3.95 aralığında değiştiği tespit edilmiştir (Adelakun ve diğ 2009).

Bamya tohumunun kimyasal bileşiminin literatür ile kısmen uyumlu olduğu görülmüştür. Bamya tohumlarının kimyasal kompozisyonlarında gözlenen küçük farklılıkların ise yetiştirme koşulları ve tohum türlerinin farklılığı ile ilişkili olduğu düşünülmüştür (Habtamu ve diğ. 2018; Ofori ve diğ. 2020).

3.1.2 Kek Örneklerinin Genel Kimyasal Bileşimi

Üretimi gerçekleştirilmiş glutensiz kek örneklerinin genel kimyasal bileşimleri Tablo 3.2'de verilmiştir. Bamya tohumu unu ikamesi arttıkça keklerin kül, yağ, protein, suda çözünür, çözünmez ve toplam diyet lifi miktarlarında artış olduğu gözlemlenmiştir. Kek örneklerinin nem içeriklerinin %12.32 ile %12.73 arasında değiştiği ancak istatistiksel açıdan örneklerin benzer olduğu ($p>0.05$) tespit edilmiştir.

Kül, bir gıda maddesinin yüksek sıcaklıkta yakılması ile organik maddelerin uzaklaştırılmasından sonra geriye kalan inorganik kalıntılar olarak ifade edilmektedir (Park ve Bell 2004). Gıda ürününün yüksek kül içeriğine sahip olması mineral maddeler bakımından zengin olması ile ilişkilendirilmektedir (Baysal 2019). Keklerin kül miktarlarının %1.76-%2.73 aralığında değiştiği ve BTU ikame oranının artışıyla örneklerin kül miktarlarının önemli düzeyde ($p<0.05$) arttığı belirlenmiştir.

Literatüre bakıldığında mineral maddeler bakımından zengin hammaddelerin kullanılmasıyla üretilen ürünlerin incelendiği diğer araştırmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Buğday ununa, farklı oranlarda bamya unu ikame edilerek bisküvi üretimi gerçekleştirilen bir çalışmada bisküvilerin kül miktarlarının bamya unu ikamesi ile artış gösterdiği ve kontrol grubu örnek ile %5, %10, %15, %20, %25 oranında bamya unu ikame edilmiş örneklerin kül miktarlarının sırasıyla %0.91, %0.99, %2.38, %2.53, %3.45, %4.17 olduğu tespit edilmiştir (Akoja ve Coker 2018). Nar kabuğu tozu ikamesi ile üretilen keklerin besin değerlerinin incelendiği bir çalışmada örneklerin kül miktarlarının %1.89-%2.29 aralığında değiştiği ve nar kabuğu tozu ikamesi arttıkça kül miktarının arttığı bildirilmiştir (Topkaya 2017). Üzüm çekirdeği katkılı keklerin incelendiği bir başka çalışmada ise üzüm çekirdeği ilavesi arttıkça örneklerin kül miktarının arttığı, kontrol örneğinde %1.76 iken %20 ilaveli örnekte kül miktarının %2.21 olduğu tespit edilmiştir (Bekar 2017).

Tablo 3.2: Glutensiz kek örneklerinin genel kimyasal bileşimleri

Kimyasal Bileşim*	Kek Örnekleri			
	Kontrol	15 BTU	30 BTU	45 BTU
Nem (%)	12.54±0.23 ^a	12.32±0.56 ^a	12.66±1.05 ^a	12.73±0.53 ^a
Kül (%)	1.76±0.02 ^d	2.06±0.01 ^c	2.43±0.13 ^b	2.73±0.10 ^a
Yağ (%)	23.97±0.34 ^c	26.19±0.81 ^b	28.01±0.12 ^a	29.16±0.01 ^a
Protein (%)	7.36±0.41 ^d	8.70±0.09 ^c	10.00±0.15 ^b	11.43±0.15 ^a
Çözünür Diyet Lifi (%)	0.98±0.03 ^c	1.48±0.01 ^b	1.96±0.06 ^a	2.14±0.23 ^a
Çözünmez Diyet Lifi (%)	1.84±0.11 ^b	3.30±0.47 ^b	5.43±0.76 ^a	6.72±0.89 ^a
Toplam Diyet Lifi (%)	2.82±0.13 ^c	4.77±0.47 ^b	7.39±0.71 ^a	8.86±0.66 ^a
Karbonhidrat (%)	51.55±0.86 ^a	45.96±1.76 ^b	39.50±0.18 ^c	35.08±1.45 ^d
Kalori Değeri (kcal/100g)	451.46±1.24 ^a	454.38±0.06 ^a	450.16±0.25 ^a	448.51±5.24 ^a

-Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05).

*Sonuçlar yaş ağırlık bazında verilmiştir.

Günlük yağ gereksinimi bir yetişkin için 50-70 g civarındadır. Yağlar, besin ögeleri arasında en yüksek enerji veren bileşenlerdir. Bir gramının yanması sonucu yaklaşık 9 kcal enerji sağlamaktadırlar (Applegate 2011; Çınar 2012). Çalışma kapsamında üretimi gerçekleştirilen %30 ve %45 oranında BTU ikame edilmiş keklerin yağ miktarları istatistiksel olarak benzer (p>0.05) bulunsada tüm kek örneklerinin yağ miktarları BTU ikame oranı ile paralel olarak artmıştır. Yağ miktarı kontrol örneğinde %23.97, en yüksek ikame oranı olan %45 BTU ikame edilmiş kek

örneğinde ise %29.16 olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, BTU'nun pirinç ununa kıyasla daha yüksek yağ içeriğine sahip olması ile ilişkilendirilmiştir (Tablo 3.1).

Bamya tohumu ununun çorbalara ilave edildiği bir çalışmada örneklerin yağ içeriğinin %12.92 ile %18.30 arasında değiştiği belirtilmiş, formülasyona bamya tohumu unu ilavesi ile birlikte çorbaların yağ miktarlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Omoniyi ve diğ. 2021).

Proteinler, amino asit ünitelerinin birleşmesiyle oluşmuş karmaşık yapıli polimerlerdir. Vücutta bazı proteinlerin sentezlenmesi mümkün olmadığı için bir kısım hayati fonksiyonların eksiksiz bir şekilde yerine getirilebilmesi amacıyla dışardan gıdalar yolu ile alınması gerekmektedir (Baysal 2019; Cemeroğlu 2013). Çalışmada üretilen keklerin protein miktarlarının BTU ikame oranına bağlı olarak anlamlı düzeyde artış gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). Protein miktarı kontrol örneğinde %7.36 iken, en yüksek ilave edilme oranı dikkate alındığında %45 BTU ikame edilmiş örnekte %11.43 olarak belirlenmiştir.

Protein bakımından zengin kaynaklar ilave edilerek yeni ürün geliştirilen çalışmalarda da benzer artışların meydana geldiği bildirilmiştir. Muz ununa %10, %20 ve %30 oranlarında bamya tohumu unu ikame edilip elde edilen unların kimyasal içeriklerinin incelendiği bir çalışmada bamya tohumu unu ikamesinin artmasıyla protein miktarının %3.88'den %10.50'ye yükseldiği saptanmıştır (Adetuyi ve Adelabu 2011). Kırık leblebi ununun glutensiz muffin keklere ilave edildiği bir çalışmada ise protein miktarları kontrol ve %10, %20 ve %30 leblebi unu katkılı keklerde sırasıyla %7.14, %8.00, %10.56, %13.45 olarak belirlenmiştir (Ataman 2020).

Diyet lifi, ince bağırsakta sindirilemeyen ancak kalın bağırsakta tamamen ya da kısmen fermente olabilen meyve ve sebzelerin çekirdek, sap ve kabuk gibi kısımlarını ifade etmektedir. Diyabet, kalp damar hastalıkları ve sindirim sistemi sorunlarının önlenmesinde etkili olduğu belirtilmiştir (Dülger ve Şahan 2011). Diyet lifine birçok gıdada rastlanmaktadır. Fonksiyonel özellikleri sebebiyle diyet lifince zengin gıdalar, zenginleştirme amacıyla yeni ürün formülasyonlarına dahil edilmektedirler. Kek örneklerinin diyet lifi içeriklerinin BTU ikamesinin artmasıyla artış gösterdiği saptanmıştır. Çözünür diyet lifi kontrol örneğinde %0.98, %45 BTU

ikame edilen örnekte %2.14 olarak belirlenmiştir. Çözünmez diyet lifi ise kontrol örneğine göre %15 BTU ikame edilen örnekte 1.8, %30 BTU ikame edilen örnekte 3.0, %45 BTU ikame edilen örnekte ise 3.7 kat artış göstermiştir. Toplam diyet lifinin örneklerde %2.82-%8.86 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu değişim istatistiksel açısından karşılaştırıldığında %45 BTU ve %30 BTU ilave edilmiş örneklerin benzer ($p>0.05$) olduğu ve bunların diğer örneklerden önemli seviyede ($p<0.05$) yüksek oldukları belirlenmiştir. Bamya tohumu ununun içerdiği yüksek diyet lifi içeriği ile bu sonuçlar ilişkilendirilmiştir.

Bamya unu katkılı bisküvilerin üretildiği bir çalışmada formülasyona %25 oranında bamya unu ilave edildiğinde bisküvilerin toplam diyet lifi içeriğinin kontrol örneğine kıyasla 4.4 kat arttığı bildirilmiştir (Akoja ve Coker 2018). Buğday ununa %10, %20 ve %30 oranlarında bamya tohumu unu ikame edilerek elde edilen kompozit unların diyet lifi içeriklerinin ise sırasıyla %5.71, %7.06, %9.98 olduğu belirlenmiştir (Adetuyi ve Adelabu 2011). İncir çekirdeği ununun glutensiz muffin keklere ilave edildiği bir çalışmada kontrol örneğinin toplam diyet lifi %3.20 olarak tespit edilmiş ve incir çekirdeği unu ilavesi arttıkça diyet lifi oranlarının artış gösterdiği, en yüksek miktarda (%30) incir çekirdeği içeren örnekte diyet lifi oranının %13.13 olarak bulunduğu bildirilmiştir (Özkan 2021). Üzüm çekirdeğinin kek formülasyonuna dahil edildiği diğer bir çalışmada keklerin diyet lifi miktarının %2.72 ile %10.94 arasında değiştiği ve üzüm çekirdeği ilavesi ile orantılı olarak arttığı belirtilmiştir (Bekar 2017). Lahana yaprağı tozunun farklı oranlarda muffin keklere ikame edildiği bir çalışmada kontrol kekinin diyet lifi oranı %6.71 olarak tespit edilmiş, lahana yaprağı tozunun ikame oranı arttıkça keklerin diyet lifi içeriğinin de arttığı ve en yüksek katkı oranı olan %4 lahana yaprağı tozu katkılı örneklerin toplam diyet lifi miktarının %12.73 olduğu tespit edilmiştir (Heo ve diğ. 2019). Portakal küspesinin kek formülasyonuna dahil edildiği bir diğer çalışmada ise küspe ilavesinin artışıyla keklerin çözünür, çözünmez ve toplam diyet lifi içeriklerinin arttığı bildirilmiştir (Romero-Lopez ve diğ. 2011).

Karbonhidratlar, karbon, oksijen ve hidrojen atomlarından oluşan organik bileşiklerdir. Başlıca karbonhidrat kaynakları bitkilerdir ve bitkilerde fotosentez sonucu oluşmaktadırlar. Selülozda olduğu gibi bitkisel dokuların yapılarında veya nişastada olduğu gibi enerji deposu olarak görev almaktadırlar (Cemeroğlu 2013;

Applegate 2011). Üretimi gerçekleştirilen kek örnekleri karbonhidrat miktarları bakımından incelendiğinde; BTU ikame oranı arttıkça karbonhidrat miktarlarının önemli ($p<0.05$) seviyede azaldığı saptanmıştır. Yalnızca pirinç unundan üretilen kontrol grubu örneğin karbonhidrat miktarının %51.55 olduğu tespit edilirken, %15 BTU ikameli örneğin %45.96, %30 BTU ikameli örneğin %39.50 ve %45 BTU ikame edilmiş örneğin ise %35.08 oranında karbonhidrat içerdiği belirlenmiştir.

Karbonhidrat bakımından fakir olan unların çeşitli ürünlere katkılандığı çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yapılan bir çalışmada ayçiçeği yağı elde edildikten sonra kalan küspe, değerlendirilmesi amacıyla muffin üretiminde kullanılmıştır. Karbonhidrat miktarı kontrol muffin örneğinde %65.60 iken, %15 oranında ayçiçeği küspesi ikame edilen örnekte %64.5, %30 oranında ikame edilen örnekte ise %62.58 olarak belirlenmiştir (Grasso ve diğ. 2020). Heo ve diğ. (2019)'nin yaptıkları çalışmada lahana yaprağı tozu %1, %2, %3 ve %4 oranlarında buğday ununa ikame edilerek kek üretimi gerçekleştirilmiştir. Yapılan kimyasal analizler sonucunda karbonhidrat değerleri kontrol örneğinde %57.00 bulunmuş, %4 lahana yaprağı tozu katkılı keklerde ise %51.75'e düştüğü belirlenmiştir.

Vücut organlarının çalışabilmesi ve normal ısının sürdürülebilmesi vücuda alınan besin öğelerinin sağladığı enerji ile olanaklıdır. Enerji için gerekli gıda sağlanamadığı zaman vücut bir süre kendi dokularını kullanır ve sonra canlılığını kaybeder. Her gıdanın sağladığı enerji miktarı aynı değildir. Gıdaların enerji değerleri bileşimlerinde bulunan besin öğelerinin tür ve miktarına bağlıdır. Enerjinin anlatımı ısı enerjisi birimi ile yapılmakta ve bu amaçla kilokalori birim olarak kullanılmaktadır (Baysal 2019). Üretimi gerçekleştirilen kontrol ve BTU katkılı keklerde yapılan kalori hesabına göre örneklerin kalori değerlerinin 448.51 kcal/100g ile 454.38 kcal/100g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Sonuçların istatistiksel olarak benzer olduğu ($p>0.05$) belirlenmiştir.

Farklı amaçlarla kek bileşimine ilave edilen kaynakların keklerin kalori değerini etkilediği bildirilmiştir. Kabak çekirdeği ununun glutensiz muffin kek formülasyonuna ilave edildiği bir çalışmada, kalori değerinin kontrol örneğine kıyasla %10 kabak çekirdeği ilavesiyle %1.86, %20 kabak çekirdeği ilavesiyle ise %6.83 arttığı belirlenmiştir (Palacio ve diğ. 2018). Yapılan bir diğer çalışmada buğday ununa %5, %10, %15, %20, %25 oranlarında bamya unu ikame edilerek

bisküvi üretimi yapılmış ve örneklerin kalori değerleri hesaplanmıştır. Kontrol örneğinin kalori değeri 455.15 kcal bulunurken, artan bamya unu katkı oranı ile kalori miktarları azalmış ve %25 bamya unu katkılı örneklerin kalori değerinin 419.06 kcal olduğu tespit edilmiştir (Akoja ve Coker 2018).

3.1.3 Mineral Madde Bileşimleri

Mineral maddeler, vücudun inşası, onarımı ve yaşamsal faaliyetlerinin devamı için gıdalarla dışarıdan günlük belli oranlarda alınması gereken maddelerdir (Applegate 2011; Bilişli 2012).

Pirinç unu ve BTU'nun mineral madde kompozisyonları Tablo 3.3'de gösterilmiştir. Bamya tohumu ununun magnezyum (Mg), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), mangan (Mn), demir (Fe), çinko (Zn) ve bakır (Cu) miktarının pirinç unundan yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.3: Hammaddelerin mineral madde kompozisyonları (mg/kg)

Mineral Madde	Hammaddeler	
	Pirinç Unu	BTU
Mg	322.3±4.5	5237.8±0.4
P	1339.9±0.8	10492.7±1.0
K	1357.9±1.9	12735.2±0.3
Ca	4.9±0.8	286.7±0.6
Mn	13.6±1.2	29.2±1.1
Fe	3.4±0.3	382.5±1.5
Zn	10.2±2.9	68.9±0.8
Cu	2.3±0.8	10.8±0.8

Yapılan bir çalışmada pirinç ununun Mg miktarının 338.0 mg/kg, K miktarının 973.7 mg/kg, P miktarının 954.7 mg/kg, Ca miktarının 50.7 mg/kg, Fe miktarının 6.0 mg/kg, Mn miktarının 7.3 mg/kg ve Cu miktarının 2.2 mg/kg olduğu tespit etmiştir (Hager 2013). Sakac ve diğ. (2015)'nin çalışmasında ise pirinç ununun 790 mg/kg K, 376 mg/kg Mg, 7.2 mg/kg Zn, 5.0 mg/kg Fe, 6.4 mg/kg Mn ve 1.5 mg/kg Cu bulundurduğu tespit edilmiştir.

Abouel-Yazeed (2019), çalışmasında bamya tohumu ununun mineral madde içeriğini incelemiştir. Bu çalışmada K miktarı 1643.7 mg/kg, Ca miktarı 874.1 mg/kg, Fe miktarı 154.6 mg/kg, Zn miktarı ise 66.9 mg/kg olarak saptanmıştır. Bir başka çalışmada bamya tohumunda K 15900.6 mg/kg, Mg 8207.9 mg/kg, Ca 2023.1 mg/kg, Zn 160.7 mg/kg, Fe 160.0 mg/kg, Cu 165.0 mg/kg, Mn 117.1 mg/kg olarak bulunmuştur (Abdel-Nabey ve Abou-Tor 2014). 8 farklı bamya tohumunun mineral madde içeriğinin incelendiği bir çalışmada ise örneklerin Ca miktarlarının 663.7-1036.6 mg/kg arasında, Fe miktarlarının 83.3-202.9 mg/kg arasında, Zn miktarlarının 39.2-64.2 mg/kg arasında, K miktarlarının 900.0-1879.2 mg/kg arasında, P miktarlarının ise 5169.4-14970.0 mg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir (Habtamu ve diğ. 2018). Bamya tohumu ununun yüksek mineral madde içeriği sayesinde iyi bir zenginleştirme kaynağı olabileceği belirtilmiştir (Omoniyi ve diğ. 2021).

Pirinç unu ve bamya tohumu ununun mineral madde kompozisyonlarında gözlenen farklılıkların bitkinin yetiştirildiği toprağın ve kullanılan suyun bileşimi ile bitkinin tür özelliklerinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür (Saldamlı ve Sağlam 2007).

Üretilen glutensiz kek örneklerinin mineral madde kompozisyonları Tablo 3.4’de gösterilmiştir.

Tablo 3.4: Glutensiz kek örneklerinin mineral madde kompozisyonları (mg/kg)

Mineral Madde	Kek Örnekleri			
	Kontrol	15 BTU	30 BTU	45 BTU
Mg	175.1±0.7 ^d	441.6±1.8 ^c	745.7±1.2 ^b	1037.1±2.8 ^a
P	3977.2±2.8 ^d	4301.6±0.9 ^c	4891.4±1.5 ^b	5398.0±2.1 ^a
K	1034.6±2.8 ^d	1632.8±1.6 ^c	2340.1±2.5 ^b	3059.0±1.6 ^a
Ca	20.3±2.8 ^d	36.6±2.1 ^c	54.2±2.9 ^b	70.6±2.2 ^a
Mn	4.9±1.1 ^a	6.0±1.2 ^a	7.0±1.4 ^a	8.3±1.7 ^a
Fe	9.0±2.5 ^d	25.6±1.8 ^c	43.8±1.9 ^b	63.7±2.3 ^a
Zn	7.3±0.8 ^c	10.1±2.2 ^c	14.5±1.0 ^b	18.8±0.8 ^a
Cu	1.0±0.2 ^b	1.6±0.4 ^b	2.1±0.3 ^{ab}	2.8±0.6 ^a

-Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05).

Kek formülasyonuna BTU ikamesinin artmasıyla orantılı olarak Mg, P, K, Ca ve Fe miktarlarında artış meydana gelmiştir ($p<0.05$). Kontrol ve %15 BTU ikameli keklerin Zn miktarları arasında fark olmadığı ($p>0.05$) ancak bu keklerin diğerlerine (30BTU ve 45BTU) kıyasla daha düşük ($p<0.05$) miktarda Zn içerdikleri tespit edilmiştir. Cu miktarının %45 BTU ikameli örneklerde kontrol ve %15 BTU ikameli keklere göre önemli düzeyde ($p<0.05$) arttığı tespit edilmiştir. Örneklerin Mn miktarları arasındaki fark ise önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Mg miktarı kek örneklerinde 175.1 mg/kg ile 1037.1 mg/kg arasında değişim göstermiştir. Kek formülasyonuna %15 oranında BTU ikamesi ile Mg miktarı 2.5 kat, %30 ikame ile 4.3 kat, %45 ikame ile ise 5.9 kat artmıştır. İnsan vücudunda yaklaşık 25 g Mg bulunmakta ve bunun %60'ı diş ve kemiklerde, %26'sı kaslarda, kalanı yumuşak doku ve hücre içi vücut sıvılarında bulunmaktadır (Bilişli 2012). Mg sinir iletiminde ve besin öğelerinin metabolize edildiği ve yeni ürünlerin oluşturulduğu enzimatik basamakların çoğunda görev almaktadır. Diş ve kemiklerin yapısında da Ca ve P ile birlikte bulunmaktadır. Bunların yanında vücut sıvılarındaki asit baz dengesinin ve ozmotik basıncın sağlanmasında da etkilidir (Saldamlı ve Sağlam 2007). Günlük alınması gereken Mg miktarının 19-30 yaş arası kadın için 310 mg iken, erkek için 400 mg, 31 yaş üstü kadın için 320 mg, erkek için ise 420 mg olduğu belirtilmiştir (Baysal 2019). 1 porsiyon (40 g) kontrol grubu kek tüketen bir kişinin 19-30 yaş arası ve 31 yaş üstü kadınlar için günlük Mg ihtiyacının sırasıyla yaklaşık olarak %2.3 ve %2.2'sinin karşılanacağı, erkekler için ise sırasıyla yaklaşık %1.8 ve %1.7'sinin karşılanacağı söylenebilir. %15, %30 ve %45 oranında BTU katkılı keklerin tüketilmesi ile 19-30 yaş arası kadınlar için günlük ihtiyacın sırasıyla %5.7, %9.6, %13.4'ünün, 31 yaş üstü kadınlar için %5.5, %9.3, %13.0, 19-30 yaş arası erkekler için %4.4, %7.5, %10.4'ünün, 31 yaş üstü erkekler için %4.2, %7.1 ve %9.9'unun karşılanabileceği ifade edilebilir.

P, kontrol ve %15, %30, %45 oranında BTU ikame edilmiş keklerde sırasıyla 3977.2 mg/kg, 4301.6 mg/kg, 4891.4 mg/kg ve 5398.0 mg/kg olarak belirlenmiş ve BTU katkı oranı ile oransal şekilde artış göstermiştir. İnsan vücudunda bulunan toplam P yaklaşık 700 g'dır. Bunun %80'i diş ve kemikte, kalan kısmı ise hücrelerde ve hücre dışı sıvılarda bulunmaktadır. Vücutta diş ve kemik gelişiminde rol alması dışında, nükleik asitlerin temel bileşeni olması, fosfolipit olarak hücre zarının anahtar

ögesi olması, ATP ve kreatinin-p oluşumu için gerekli olması gibi işlevleri bulunmaktadır. Günlük yetişkin bir bireyin P gereksiniminin 800-1200 mg arasında olduğu bildirilmiştir (Baysal 2019; Saldamlı ve Sağlam 2007). Ortalama 1000 mg günlük ihtiyaç üzerinden yapılan hesaplamada, kontrol ile %15, %30, %45 oranlarında BTU ikame edilmiş keklerden 1 porsiyon (40 g) tüketen yetişkin bir bireyin günlük P gereksiniminin sırasıyla yaklaşık %15.9, %17.2, %19.6, %21.6'sını karşılanabileceği söylenebilir.

Üretilen kek örneklerinin K miktarının BTU ikamesi ile artış gösterdiği görülmüş ve 1034.6 mg/kg ile 3059.0 mg/kg arasında değiştiği saptanmıştır. İnsan vücudundaki K'un konsantrasyonu yaklaşık 2 mg/kg'dır. Vücut sıvılarındaki ozmotik basıncın ve asit baz dengesinin sağlanması için gerekli bir element olup genellikle kırmızı kan hücrelerinde bulunmaktadır. Yetişkin bir bireyin günlük K gereksinimi 2000 mg olarak bildirilmiştir (Saldamlı ve Sağlam 2007; Baysal 2019). Yetişkin bir birey, 1 porsiyon (40 g) kontrol keki tüketirse günlük K gereksiniminin yaklaşık %2.1'ini, %15 BTU katkılı kek tüketirse %3.3'ünü, %30 BTU katkılı kek tüketirse %4.7'sini, %45 BTU katkılı kek tüketirse ise yaklaşık %6.1'ini karşılayabileceğini ifade etmek mümkündür.

Ca miktarı, üretilen kek örneklerinde 20.3 mg/kg ile 70.6 mg/kg arasında değişim göstermiştir. BTU ikame oranı arttıkça istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0.05$) seviyede bir artışın meydana geldiği belirlenmiştir. Ca insan vücudunda 1200-1500 g civarında bulunmakta ve yaklaşık %99'u iskelet sisteminde, geri kalan %1'lik kısmı hücre membranlarında, intrasellüler yapılarda ve ekstrasellüler sıvılarda bulunmaktadır (Saldamlı ve Sağlam 2007). Ca'un en önemli işlevi diş ve kemik gelişimine katkı sağlamaktır. Bunun yanında kalp kaslarının çalışması, kanın pıhtılaşması, hücre zarı sıvı geçişinin düzenlenmesi gibi çeşitli vücut fonksiyonlarında görevleri bulunmaktadır (Bilişli 2012). Yetişkin bir bireyin günlük Ca ihtiyacının 19-50 yaş arası bireylerde 1000 mg, 50 yaş üstü bireylerde ise 1200 mg olduğu ifade edilmiştir (Baysal 2019). 19-50 yaş arası bireyler için 1 porsiyon (40 g) kontrol grubu kek tüketilmesi halinde günlük ihtiyacın yaklaşık %0.1'i, %45 BTU ikameli keklerden tüketilmesi halinde ise bu ihtiyacın yaklaşık %0.3'ü karşılanabilecektir. 50 yaş üstü bireyler için 40 g kontrol kekin tüketilmesi ile günlük

ihtiyacın yaklaşık %0.1'inin, %45 BTU ikameli kekin tüketilmesi ile %0.2'sinin karşılanabileceği ifade edilebilir.

Örneklerin Mn miktarları incelendiğinde kontrol grubu kek için 4.9 mg/kg, %15 BTU ikameli kek için 6.0 mg/kg, %30 BTU ikameli kek için 7.0 mg/kg, %45 BTU ikameli kek için 8.3 mg/kg olduğu tespit edilmiş ve üretilen keklerin Mn miktarları arasında önemli bir fark olmadığı ($p>0.05$) saptanmıştır. Mn hayvansal ve bitkisel hücrelerde yaygın şekilde bulunan önemli bir iz elementtir ve insan vücudunda 10-40 mg arasında bulunmaktadır (Saldamlı ve Sağlam 2007). Bazı enzimlerin yapısında yer almakta ve bu enzimler karbonhidrat ve lipid metabolizması, büyüme, bağ doku oluşumu için gerekli olmaktadır. Günlük alınması gerekli Mn miktarının yetişkin bireylerde yaklaşık 1.8-2.2 mg olduğu bildirilmiştir (Baysal 2019). Yetişkin bir bireyin Mn ihtiyacının ortalama 2 mg olduğu kabul edilirse, 1 porsiyon (40 g) kontrol grubu kek tüketen yetişkin bir kişinin günlük Mn ihtiyacının %9.8'inin karşılanabileceği söylenebilir. 1 porsiyon %15, %30 ve %45 BTU ikameli keklerin tüketilmesiyle günlük ihtiyacın sırasıyla yaklaşık %12.0 %14.0 ve %16.6'sının karşılanabileceği ifade edilebilir.

Üretilen kek örneklerinin Fe miktarı kontrol grubu kek örneklerinde 9.0 mg/kg olarak tespit edilirken, en yüksek oran olan %45 BTU ikameli keklerde 7 kat artarak 63.7 mg/kg düzeyine ulaştığı belirlenmiştir. Yetişkin bir bireyin vücudunda ortalama 3-5 g civarında Fe bulunmaktadır. Bunun 2/3'ü kanda özellikle de hemoglobinin yapısında, yaklaşık %5'lik kısmı hücre çekirdeğindeki kromotinde, kastaki miyoglobinin ve hücrede oksidasyon redüksiyon tepkimelerini katalize eden sitokrom enzimlerinin bileşiminde bulunurken, kalan kısmı ise kemik iliği, dalak ve karaciğerde depolanmaktadır. Fe'in vücuttaki başlıca görevi oksijen taşınması ile ilgilidir (Baysal 2019). Günlük Fe gereksiniminin yetişkin bir kadında 15 mg, yetişkin bir erkekte ise 10 mg olduğu bildirilmiştir (Saldamlı ve Sağlam 2007). 1 porsiyon (40 g) kontrol ve BTU katkılı (%15, %30, %45) kek örneklerinin tüketilmesi ile yetişkin bir kadının günlük ihtiyacının sırasıyla %2,4'ünün, %6.8'inin, %11.7'sinin ve %17.0'sinin karşılanabileceği söylenebilir. Yetişkin bir erkek için yapılan aynı hesapta bu ihtiyacın sırasıyla %3.6, %10.2, %17.5 ve %25.4'ünün karşılanabileceği söylenebilir.

Bu çalışma kapsamında üretilen kek örneklerinin Zn içeriklerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde, kontrol örneğinin 7.3 mg/kg, %15 BTU ikameli örneğin 10.1 mg/kg, %30 BTU ikameli örneğin 14.50 mg/kg, %45 BTU ikameli örneğin ise 18.8 mg/kg Zn içerdiği saptanmıştır. İnsan vücudundaki Zn miktarı 2-4 g arasındadır ve böbrek, dalak, karaciğer, pankreas, kas, kemikler, tırnak, cilt ve saçta bulunan esansiyel bir mineraldir (Saldamlı ve Sağlam 2007). Birçok enzimin çalışması için gereklidir. Günlük alınması gerekli Zn miktarının yetişkin bir erkek ve kadın için sırasıyla 11 mg ve 8 mg olduğu belirtilmiştir (Baysal 2019). Bu kapsamda yapılan hesaplamalarla yetişkin bir erkeğin 1 porsiyon (40 g) kontrol keki tüketmesi halinde günlük Zn ihtiyacının yaklaşık %2.7'sinin karşılanabileceği, %15, %30, %45 oranlarında BTU katkılı keklerden tüketmesi halinde günlük ihtiyacının sırasıyla yaklaşık %3.7, %5.3, %6.8'inin karşılanabileceği; yetişkin bir kadının 1 porsiyon kontrol örneği tüketmesi ile günlük ihtiyacın %3.7'sinin, %15 BTU kek tüketmesi ile %5.1'inin, 30 BTU kek tüketmesi ile %7.3'ünün, %45 BTU kek tüketmesi ile %9.4'ünün karşılanabileceği ifade edilebilir.

Cu miktarları, kontrol ve %15, %30, %45 BTU ikame edilen keklerde sırasıyla 1.0 mg/kg, 1.6 mg/kg, 2.1 mg/kg, 2.8 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Vücutta yaklaşık 100-150 mg düzeyinde bulunan Cu, kritik reaksiyonlardaki enzim aktivatörü rolü nedeniyle önemli bir elementtir (Saldamlı ve Sağlam 2007). Yetişkin bir bireyde günlük alınması gerekli Cu miktarının 0.90 mg olduğu bildirilmiştir (Baysal 2019). 1 porsiyon (40 g) kontrol grubu kek örneği tüketen bir yetişkinin günlük Cu ihtiyacının %4.4'ünün karşılanabileceği, %15, %30 ve %45 BTU ikameli keklerden tüketen bir yetişkinin ise günlük ihtiyacının sırasıyla yaklaşık %7.1, %9.3 ve %12.4'ünün karşılanabileceğini ifade etmek mümkündür.

Farklı çalışmalarda çeşitli kaynaklar kullanılarak glutensiz keklerin mineral madde içeriklerinin artırılması amaçlanmıştır. Literatürdeki araştırmalar incelendiğinde bamya kabuklarının zenginleştirme kaynağı olarak kullanıldığı bir çalışmada bisküvi formülasyonuna %20, %30 ve %40 oranlarında bamya kabuğu unu ikame edilmiştir. Çalışma kapsamında yapılan mineral madde analizinde kontrol grubu bisküvilerin Ca miktarı 850.0 mg/kg iken bamya kabuğu unu katkılı bisküvilerde bu değerler oransal olarak önemli düzeyde artmış ($p<0.05$) ve %40 bamya kabuğu unu ikameli bisküvilerin Ca miktarı 2125.0 mg/kg olarak tespit

edilmiştir. Kontrol ve %20, %30 ve %40 bamya kabuğu unu katkılı bisküvilerin Mg miktarları sırasıyla 445.0 mg/kg, 660.0 mg/kg, 740.0 mg/kg, 835.0 mg/kg olduğu, %30 ve %40 bamya kabuğu unu ikameli bisküvilerin Mg miktarlarının benzer olduğu ($p>0.05$) belirtilmiştir. %40 kabuk unu katkılı örneklerin Mn ve P miktarının, kontrol örneğine göre sırasıyla yaklaşık 1.6 ve 1.1 kat arttığı bildirilmiştir (Amadi 2019).

Gambus ve diğ. (2009)'nin yaptıkları çalışmada glutensiz kek formülasyonuna amaranth unu ilave edilmiştir. Mısır unu ve patates nişastasının 1:1 (GK 1) oranında kullanıldığı kontrol grubu örnekleri ile mısır unu, patates nişastası ve amaranth ununun 1:2:3 oranında (GK 2) ve patates nişastası ve amaranth ununun 1:1 oranında (GK 3) kullanıldığı toplam 3 çeşit glutensiz kek üretimi yapılmıştır. Üretilen keklerin mineral madde miktarlarının incelendiği çalışmada kontrol grubu keklerin K miktarı 1110 mg/kg iken amaranth unu katkısı ile K miktarı yükselmiş ve GK 2 kodlu keklerde 2057 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Kontrol keklerinin P, Mg, Ca, Fe, Mn, Zn, Cu değerleri sırasıyla 3045.0 mg/kg, 69.0 mg/kg, 121.0 mg/kg, 14.1 mg/kg, 1.1 mg/kg, 7.2 mg/kg, 1.5 mg/kg bulunmuştur. GK 2 kodlu keklerin kontrol keklerine göre P miktarı yaklaşık 1.4 kat, Mg miktarı 3.2 kat, Ca miktarı 1.4 kat, Fe miktarı 2 kat, Mn miktarı 10.1 kat, Zn miktarı 2.2 kat, Cu miktarı 1.8 kat artış göstermiştir. GK 3 kodlu keklerin P, Mg, Ca, Fe, Mn, Zn ve Cu miktarlarının ise sırasıyla 4773 mg/kg, 232 mg/kg, 188 mg/kg, 30.4 mg/kg, 9.1 mg/kg, 14.8 mg/kg ve 2.7 mg/kg olduğu belirlenmiştir. Amaranth ununun formülasyona dahil edilmesi ile keklerin mineral madde seviyelerinde kontrole göre anlamlı bir artışın olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada Ca, Fe, Zn minerallerinin glutensiz beslenme ile yeterli düzeyde alınmadığı ve glutensiz gıdaların bu minerallerce zenginleştirilmesinin önemli olduğu bildirilmiştir.

Chia ve kinoa ununun eşit oranlarda glutensiz kek formülasyonuna ikame edildiği bir çalışmada yapılan mineral madde analizi sonucuna göre artan katkı miktarı ile oransal olarak keklerin Ca, P, K, Mg, Fe, Zn değerlerinin artış gösterdiği belirlenmiştir. Kontrol örneğine kıyasla %25 chia-%25 kinoa unu katkılı kekin Ca miktarının yaklaşık 7.2 kat, P miktarının 2.4 kat, K miktarının 3.1 kat, Mg miktarının 10.3 kat, Fe miktarının 4.4 kat, Zn miktarının ise 3.0 kat artış gösterdiği bildirilmiştir (Aktaş ve Levent 2018).

Palm (*Archontophoenix alexandrae*) unu ile glutensiz kurabiyelerin zenginleştirildiği bir çalışmada palm unu formülasyona %10, %20, %30 oranlarında ikame edilmiş ve örneklerin Ca, Mg, P, Fe, Zn, Mn miktarları incelenmiştir. Kontrol grubu kurabiyelerin Ca miktarı 432.7 mg/kg iken %10, %20 ve %30 palm unu katkılı kurabiyelerin Ca miktarları sırasıyla 473.9 mg/kg, 719.1 mg/kg, 1062.8 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Mg miktarı kontrol örneğinde 1688.5 mg/kg iken %30 katkılı örneklerde 2229.6 mg/kg'a yükselmiştir. P miktarı kontrol örneklerine göre %30 katkılı kurabiyelerde yaklaşık 1.7 kat artarak 6550.9 mg/kg, Fe miktarı 1.7 kat artarak 56.8 mg/kg, Zn miktarı 1.3 kat artarak 10.9 mg/kg, Mn miktarı ise 1.6 kat artarak 15.3 mg/kg olarak bulunmuştur (De Simas ve diğ. 2009).

3.1.4 Amino Asit Kompozisyonu Değerleri

Gıdaların amino asit kompozisyonları, protein kalitesinin belirlenmesi açısından önem arz etmektedir (Özgören 2019).

Amino asitler esansiyel ve esansiyel olmayan amino asitler olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadırlar. Esansiyel amino asitler (EAA) insan vücudunda sentezlenemeyen, dışarıdan gıdalarla alınması gereken amino asitlerdir. Vücut tarafından sentezlenebilen amino asitler ise esansiyel olmayan (EOAA) amino asitler olarak adlandırılmaktadır (Applegate 2011).

Pirinç unu ve BTU'ya ait amino asit kompozisyonları Tablo 3.5'te gösterilmiştir. Pirinç ununa kıyasla daha yüksek miktarda protein içeren bamya tohumu ununun amino asit kompozisyon içeriği de buna istinaden yüksek bulunmuştur. Toplam esansiyel amino asit miktarı pirinç ununda 3079.91 mg/100g, BTU'da 9836.84 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Protein kalitesinin önemli bir göstergesi olan esansiyel amino asit miktarının pirinç ununa kıyasla BTU'da yaklaşık 3 kat daha fazla olduğu saptanmıştır. Pirinç ununda esansiyel olmayan amino asit miktarı ise 5395.68 mg/100g olarak bulunurken, BTU'da bu değerin yaklaşık 4 kat fazla olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3.5: Hammaddelerin amino asit kompozisyonu (mg/100g)

Amino Asitler	Hammaddeler	
	Pirinç Unu	BTU
Lisin	524.12±0.09	1894.40±4.98
Valin	390.99±0.28	1386.11±3.08
Metionin	134.67±2.49	394.24±0.22
İzolösin	278.66±0.06	727.05±0.35
Lösin	647.11±11.60	1955.02±6.88
Fenilalanin	567.76±0.11	1468.66±28.18
Treonin	368.32±6.53	1136.54±6.15
Histidin	168.28±0.62	874.82±0.60
Toplam EAA	3079.91	9836.84
Serin	667.69±0.01	1795.84±3.37
Prolin	676.61±1.47	1522.17±0.78
Alanin	964.52±4.80	1831.19±3.25
Tirosin	417.31±1.37	1055.24±0.78
Aspartik Asit	722.89±1.33	4585.00±10.95
Glutamik Asit	1337.72±1.22	6788.48±6.44
Arginin	608.94±0.26	2896.63±1.25
Toplam EOAA	5395.68	20474.55

Bamya tohumu ununun amino asit kompozisyonunun incelendiği bir çalışmada lisin, treonin, metionin, valin, izolösin, lösin, fenilalanin, histidin miktarları sırasıyla %5.22, %3.10, %0.76, %4.95, %3.34, %6.71, %4.62, %3.64 olarak bulunmuş ve toplam EAA miktarının %32.34 olduğu bildirilmiştir. Bamya tohumunda en fazla bulunan esansiyel amino asitin lösin amino asiti olduğu onu lisin amino asitinin takip ettiği sonucuna varmışlardır (Abouel-Yazeed 2019). Abouel-Yazeed (2019)'in çalışma sonuçlarının bu çalışma ile benzer olduğu görülmüştür.

Çalışma kapsamında üretimi yapılan keklerin amino asit kompozisyonları Tablo 3.6'da gösterilmiştir. Hammadde sonuçlarıyla ilişkili olarak kek formülasyonuna BTU ikame oranı arttıkça, EAA miktarları önemli seviyede ($p<0.05$) artış göstermiştir. Kontrol grubu keklerin toplam EAA miktarı 3218.61 mg/100g olarak bulunurken, %45 BTU ikame edilen keklerde bu değer 4282.28 mg/100g'a yükselmiştir. Esansiyel amino asitlerden bamya tohumu ununda en fazla bulunan lösin amino asiti %45 BTU ilave edilmiş örnekte kontrol örneğine kıyasla yaklaşık

1.4 kat artış gösterirken, ikinci en fazla bulunan esansiyel amino asit olan lizin amino asiti 1.3 kat artış göstermiştir.

Tablo 3.6: Glutensiz kek örneklerinin amino asit kompozisyonları (mg/100g)

Amino asitler	Kek Örnekleri			
	Kontrol	15 BTU	30 BTU	45 BTU
Lisin	579.77±0.37 ^d	630.24±0.52 ^c	679.06±0.67 ^b	743.25±0.64 ^a
Valin	398.04±0.24 ^d	414.39±0.93 ^c	534.63±0.18 ^b	604.61±0.49 ^a
Metionin	160.25±0.95 ^d	171.79±0.35 ^c	190.50±1.17 ^b	204.63±0.89 ^a
İzolösin	291.19±0.58 ^c	299.87±0.76 ^c	365.99±1.24 ^b	383.94±7.84 ^a
Lösin	624.89±3.54 ^d	636.92±6.11 ^c	805.46±4.13 ^b	884.45±1.99 ^a
Fenilalanin	577.71±4.31 ^d	602.92±4.57 ^c	653.56±1.61 ^b	665.01±4.32 ^a
Treonin	404.21±0.14 ^d	431.27±1.54 ^c	447.77±1.45 ^b	494.98±0.03 ^a
Histidin	182.55±2.47 ^d	228.87±0.54 ^c	283.67±0.10 ^b	301.41±0.34 ^a
Toplam EAA	3218.61	3416.27	3960.64	4282.28
Serin	696.26±0.25 ^d	753.11±0.13 ^c	829.73±0.09 ^b	928.79±0.19 ^a
Prolin	656.87±0.21 ^d	682.07±0.52 ^c	762.06±0.06 ^b	781.06±0.48 ^a
Alanin	902.07±2.74 ^d	956.55±3.77 ^c	1048.00±3.25 ^b	1071.04±2.52 ^a
Tirosin	467.37±2.48 ^b	477.22±17.05 ^b	516.91±0.40 ^a	531.39±0.23 ^a
Aspartik Asit	820.78±0.18 ^d	865.97±0.21 ^c	1167.07±2.26 ^b	1265.18±1.34 ^a
Glutamik Asit	1029.54±2.03 ^d	1318.67±0.32 ^c	1667.34±3.00 ^b	1739.37±2.80 ^a
Arginin	560.81±0.10 ^d	665.51±0.08 ^c	793.55±0.16 ^b	893.06±0.16 ^a
Toplam EOAA	5133.70	5719.10	6784.66	7209.89

-Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05).

Keklerin toplam EOAA miktarları kontrol örneğinde 5133.70 mg/100g olarak tespit edilirken, formülasyona %15, %30 ve %45 oranlarında BTU ikame edilmesi ile sırasıyla 5719.10 mg/100g, 6784.66 mg/100g ve 7209.89 mg/100'a yükseldiği belirlenmiştir. Formülasyona BTU ikamesinde %15 oranının üzerine çıkıldığında tirozin amino asiti miktarında anlamlı düzeyde artış meydana gelirken, diğer EOAA'lerde tüm oranlardaki BTU ikamesi ile birlikte istatistiksel açıdan önemli (p<0.05) seviyede artışların meydana geldiği tespit edilmiştir.

BTU'nun glutensiz kek formülasyonuna ikame edilmesi ile örneklerin amino asit içeriği bakımından zenginleştiği ve bu durumun hammaddelerin amino asit kompozisyonları ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Literatür incelendiğinde glutensiz ekmeklerin %10 bezelye proteini tozu ilavesi ile zenginleştirildiği bir çalışmada, yalnızca karabuğday unu ve keten tohumu unundan üretilen kontrol ve %10 bezelye proteini tozu ilaveli ekmeklerin amino asit

kompozisyonları incelenmiştir. Bezelye proteini tozu ilavesi ile ekmeklerin treonin, serin, glutamik asit, prolin, alanin, valin, izolösin, lösin, tirosin, fenilalanin, lisin, arginin miktarları önemli düzeyde ($p<0.05$) artış göstermiştir. Kontrol grubu ekmeklerde serin miktarının 15.8 mg/g'dan bezelye protein tozu ilaveli ekmeklerde 17.8 mg/g'a, glutamik asit miktarının 59.8 mg/g'dan 63.6 mg/g'a, prolin miktarının 13.0 mg/g'dan 18.6 mg/g'a, lisin miktarının 16.5 mg/g'dan 20.1 mg/g'a, arginin miktarının 26.1 mg/g'dan 31.3 mg/g'a yükseldiği bildirilmiştir. Kontrol grubu ekmeklerin toplam EAA miktarı 110.2 mg/g iken %10 bezelye proteini tozu ilaveli ekmeklerin toplam EAA miktarının 128.23 mg/g olduğu belirtilmiştir (Wojcik ve diğ. 2021).

Mısır unu ve patates nişastası ile üretilen glutensiz keklere amaranth unu ikame edilen bir başka çalışmada örneklerin amino asit kompozisyonlarının amaranth unu ikamesi ile arttığı ($p<0.05$) belirlenmiştir. Treonin, serin, glutamik asit, prolin, alanin, valin, izolösin, lösin, tirosin, fenilalanin, histidin, lisin, arginin, metionin miktarları kontrol örneğinde sırasıyla 346.0, 499.0, 998.0, 351.0, 450.0, 491.0, 378.0, 686.0, 292.0, 418.0, 222.0, 439.0, 493.0, 303.0 mg/100g iken; mısır unu, patates nişastası ve amaranth ununun 1:2:3 oranında kullanıldığı formülasyonda sırasıyla 417.0, 623.0, 1321.0, 396.0, 489.0, 560.0, 447.0, 740.0, 350.0, 486.0, 267.0, 575.0, 779.0, 372.0 mg/100g olarak tespit edilmiştir (Gambus ve diğ. 2009).

3.1.5 Yağ Asidi Kompozisyonu Bulguları

Yağlar, insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan organik maddelerdendir. Yüksek enerji kaynağı olmasının yanı sıra yağda çözünen vitaminleri içermesi ve proteinlerle birleşerek lipoproteinleri oluşturması bakımından da önem arz etmektedirler (Öztürk 2014). Yağların yapı taşlarını oluşturan yağ asitleri çift bağ bulundurup bulundurmamasına göre doymuş yağ asitleri ve doymamış yağ asitleri olarak 2'ye ayrılmaktadır. Doymuş yağ asitlerinin yapısında çift bağ bulunmamakta ve çoğunluğu oda sıcaklığında katı olmakla birlikte bu yağ asitleri insan vücudunda sentezlenebilmektedir. Yapısında doymamışlık simgesi olarak çift bağ bulunan yağ asitleri doymamış yağ asitleri olarak adlandırılmaktadır. Kendi içinde tekli doymamış yağ asitleri ve çoklu doymamış yağ asitleri olarak 2'ye

ayrılmaktadırlar. Tekli doymamış yağ asitleri yapısında bir çift bağ bulundururken, çoklu doymamış yağ asitleri birden fazla çift bağ içermektedir. Tekli doymamış yağ asitleri vücutta sentezlenirken, çoklu doymamış yağ asitlerinin dışarıdan alınması gerekmektedir. Dolayısıyla bunlara esansiyel yağ asitleri adı verilmektedir (Bilişli 2012; Çakmakçı ve Tahmas-Kahyaoğlu 2012; Öztürk 2014).

Kek örneklerinin üretiminde kullanılan pirinç unu ve BTU'ya ait yağ asidi kompozisyonları Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.7: Hammaddelerin yağ asidi kompozisyonları (%)

Yağ Asitleri	Hammaddeler	
	Pirinç Unu	BTU
Laurik asit (C _{12:0})	0.01±0.01	0.01±0.01
Miristik asit (C _{14:0})	0.34±0.01	0.27±0.01
Palmitik asit (C _{16:0})	17.06±0.02	30.53±0.41
Palmitoleik asit (C _{16:1})	0.15±0.01	0.44±0.01
Stearik asit (C _{18:0})	1.76±0.03	4.84±0.01
Oleik asit (C _{18:1})	36.23±0.01	24.34±0.12
Linoleik asit (C _{18:2})	40.99±0.04	34.77±0.22
α-linolenik asit (C _{18:3})	1.30±0.01	1.36±0.01
Araşidik asit (C _{20:0})	0.58±0.01	0.63±0.01
Gadoleik asit (C _{20:1})	0.49±0.01	TE
Behenik asit (C _{22:0})	0.63±0.06	0.32±0.01
Erusik asit (C _{22:1})	0.47±0.01	2.49±0.05
T_{Doymuş}	20.38	36.60
T_{Tekli Doymamış}	37.34	27.27
T_{Çoklu Doymamış}	42.29	36.13

TE: Tespit edilmedi

T_{Doymuş}: Toplam doymuş yağ asidi

T_{Tekli Doymamış}: Toplam tekli doymamış yağ asidi

T_{Çoklu Doymamış}: Toplam çoklu doymamış yağ asidi

Hammaddelerde en fazla bulunan 3 yağ asidinin linoleik asit, oleik asit ve palmitik asit olduğu tespit edilmiştir. Pirinç ununda linoleik asitin %40.99, oleik asitin %36.23 ve palmitik asitin %17.06 oranında bulunduğu, BTU'da ise linoleik asitin %34.77, oleik asitin %24.34 ve palmitik asitin %30.53 oranında bulunduğu

belirlenmiştir. Pirinç ununun %79.63 oranında, BTU'nun ise %63.40 oranında doymamış yağ asidi içerdiği tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada 3 farklı pirinç türü (*Koshihikari*, *Kyeema*, *Doongara*) öğütülüp 4 °C'de 4 ay depolandıktan sonra yağ asidi kompozisyonları incelenmiştir. Pirinçlerin miristik asit oranları %0.26-%0.34 arasında, palmitik asit oranları %15.79-%18.18 arasında, stearik asit oranları %1.72-%2.42 arasında, oleik asit oranları %35.86-%39.39 arasında, linoleik asit oranları %39.39-%42.11 arasında, α -linolenik asit oranları %0.69-%1.32 arasında, araşidik asit oranlarının ise %0.34-%0.61 arasında değiştiği belirtilmiştir (Zhou ve diğ. 2003). Ichiara ve diğ. (2021) pirincin miristik, palmitik, palmitoleik, stearik, oleik, linoleik, linolenik, araşidik, gadoleik ve behenik asit oranlarını belirlemişlerdir. Bu yağ asitlerinin oranlarının sırasıyla %0.42, %20.90, %0.27, %1.84, %44.68, %28.61, %0.96, %0.71, %0.62, %0.34, %0.64 olduğu belirtilmiştir.

Bamya tohumu ununun yağ asidi kompozisyonunun incelendiği bir çalışmada ise tohum ununun laurik asit oranı %0.44, miristik asit %0.26, palmitik asit %29.74, palmitoleik asit %0.34, stearik asit %5.29, oleik asit %23.37, linoleik asit %37.60, α -linolenik asit %0.40, gadoleik asit %0.57, behenik asit %0.47, erusik asit oranının ise %0.14 olduğu bildirilmiştir (Abdel-Nabey ve Abou-Tor 2014). Açıkgöz ve diğ. (2016)'nin çalışmasında ise bamya tohumu yağının palmitik asit oranı %28.60, stearik asit oranı %3.57, oleik asit oranı %16.81, linoleik asit oranı %49.54 ve linolenik asit oranı %1.48 olarak bulunmuştur. Diğer bir çalışmada bamya tohumu yağının palmitik asit oranı %28.98, palmitoleik asit oranı %0.74, stearik asit oranı %4.14, oleik asit oranı %24.38, linoleik asit oranı %38.35, α -linolenik asit oranı %0.89 ve behenik asit oranı %0.62 olarak tespit edilmiştir (Abouel-Yazeed 2019).

Pirinç ve bamya tohumunun yağ asitleri kompozisyonlarında gözlenen farklılıkların yetiştirilme sıcaklığı ve yetiştirilen toprağın özellikleri ile çeşit farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmüştür (Karaca ve Aytaç 2007).

Üretimi yapılan glutensiz keklerin yağ asidi kompozisyonları Tablo 3.8'de gösterilmiştir.

Tablo 3.8: Glutensiz kek örneklerinin yağ asidi kompozisyonları (%)

Yağ Asitleri	Kek Örnekleri			
	Kontrol	15 BTU	30 BTU	45 BTU
Laurik asit (C _{12:0})	0.04±0.01 ^a	0.04±0.01 ^b	0.03±0.01 ^b	0.03±0.01 ^c
Miristik asit (C _{14:0})	0.20±0.01 ^a	0.21±0.01 ^a	0.20±0.01 ^a	0.20±0.01 ^a
Palmitik asit (C _{16:0})	13.68±0.24 ^d	14.69±0.13 ^c	15.38±0.05 ^b	16.14±0.05 ^a
Palmitoleik asit (C _{16:1})	0.53±0.03 ^a	0.47±0.01 ^b	0.43±0.01 ^b	0.42±0.01 ^b
Stearik asit (C _{18:0})	2.90±0.19 ^a	3.12±0.01 ^a	3.13±0.02 ^a	3.11±0.03 ^a
Oleik asit (C _{18:1})	32.93±0.17 ^a	32.32±0.01 ^b	31.72±0.08 ^c	31.32±0.10 ^d
Linoleik asit (C _{18:2})	48.37±0.56 ^a	47.75±0.16 ^{ab}	47.55±0.04 ^{ab}	47.20±0.04 ^b
α-linolenik asit (C _{18:3})	0.55±0.08 ^a	0.42±0.01 ^{ab}	0.43±0.09 ^{ab}	0.30±0.03 ^b
Araşidik asit (C _{20:0})	0.39±0.01 ^c	0.43±0.01 ^b	0.44±0.01 ^{ab}	0.44±0.01 ^a
Gadoleik asit (C _{20:1})	0.25±0.03 ^a	0.23±0.01 ^{ab}	0.21±0.01 ^{ab}	0.21±0.01 ^b
Behenik asit (C _{22:0})	0.17±0.01 ^c	0.19±0.01 ^{bc}	0.20±0.01 ^{ab}	0.21±0.01 ^a
Erusik asit (C _{22:1})	TE	0.15±0.02 ^c	0.28±0.01 ^b	0.42±0.01 ^a
T_{Doymuş}	17.38	18.68	19.38	20.13
T_{Tekli Doymamış}	33.71	33.17	32.64	32.37
T_{Çoklu Doymamış}	48.92	48.17	47.98	47.50

TE: Tespit edilmedi.

-Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05).

T_{Doymuş}: Toplam doymuş yağ asidi

T_{Tekli Doymamış}: Toplam tekli doymamış yağ asidi

T_{Çoklu Doymamış}: Toplam çoklu doymamış yağ asidi

Üretilen keklerin tamamında en yüksek oranlarda bulunan yağ asitlerinin sırasıyla linoleik, oleik ve palmitik asit olduğu tespit edilmiştir. Örnekler karşılaştırıldığında, oleik asit ve linoleik asit oranı en fazla olan örneğin kontrol örneği olduğu görülmüş, BTU katkısının artmasıyla yağ asidi kompozisyonlarındaki bu oranların azaldığı tespit edilmiştir (p<0.05). Palmitik asit ise kontrol grubu keklerde %13.68 iken BTU katkı oranı arttıkça yükselmiş (p<0.05) ve %45 BTU keklerde %16.14 olduğu görülmüştür. Erusik asit kontrol grubu örneklerde tespit edilemezken, formülasyona BTU ikame edilmesiyle kek örneklerinde %0.15-%0.42 arasında değiştiği görülmüştür. Kek örneklerinin miristik asit ve stearik asit oranları ise istatistiksel açıdan benzer bulunmuştur (p>0.05).

Toplam doymuş yağ asitlerini kontrol grubu keklerin %17.38 oranında, %15, %30 ve %45 BTU ikame edilmiş kek örneklerinin ise sırasıyla %18.68, %19.38, %20.13 oranlarında içerdiği tespit edilmiştir. Örneklerin tekli doymamış yağ asitleri oranlarının %32.37-%33.71 arasında değiştiği görülmüş ve BTU katkı oranı arttıkça tekli doymamış yağ asidi oranlarının azaldığı belirlenmiştir. Çoklu doymamış yağ asitlerinin ise en yüksek oranda kontrol örneğinde (%48.92) bulunduğu, BTU ikamesinin artmasıyla azaldığı ve en yüksek oran olan %45 BTU ikame edilmiş örneklerde %47.50'ye düştüğü saptanmıştır.

Literatür incelendiğinde farklı un çeşitleri ile yapılan çalışmalara rastlanmıştır. Glutensiz ekmeklerin amaranth, kinoa ve karabuğday unu ile zenginleştirildiği bir çalışmada ekmek örneklerinin yağ asidi kompozisyonları incelenmiştir. Bu kapsamda pirinç unundan üretilen kontrol grubu ekmeklerde en fazla oranda bulunan 3 yağ asidinin linoleik (%53.5), oleik (%31.0) ve palmitik asit (%9.0) olduğu belirlenmiş, α -linolenik asit oranının ise %0.8 olduğu tespit edilmiştir. %50 oranında amaranth unu ikame edilen ekmeklerde linoleik asitin %38.8, oleik asitin %37.7, palmitik asitin %12.9, α -linolenik asitin %5.0; %50 kinoa unu katkılı ekmeklerde linoleik asitin %39.3, oleik asitin %37.5, palmitik asitin %10.4, α -linolenik asitin %7.0; %50 karabuğday unu ikameli ekmeklerde ise linoleik asitin %34.8, oleik asitin %42.2, palmitik asitin %10.7, α -linolenik asitin %6.1 oranlarında bulunduğu saptanmıştır. Kontrol, %50 amaranth, %50 kinoa ve %50 karabuğday unu katkılı ekmeklerin toplam doymuş yağ asidi oranları sırasıyla %13.9, %17.5, %14.2, %15.3 olarak bulunmuş, amaranth, kinoa ve karabuğday ununun formülasyona dahil edilmesiyle toplam doymuş yağ asidi oranının arttığı belirlenmiştir. Tekli doymamış yağ asitlerinin oranı kontrol örneğinde %31.5, %50 amaranth unu ikameli örnekte %38.1, %50 kinoa unu ikameli örnekte %38.4, %50 karabuğday unu ikameli örnekte %42.7 olarak tespit edilmiştir. Çoklu doymamış yağ asidi oranlarının ise kontrol, %50 amaranth, %50 kinoa, %50 karabuğday katkılı örneklerde sırasıyla %54.5, %44.5, %47.3, %42.0 olduğu bildirilmiştir (Alvarez-Jubete ve diğ. 2009).

Yapılan bir diğer çalışmada %50 patates nişastası ve %50 mısır unu kullanılarak üretilen kontrol grubu keklerde palmitik asitin %21.7, stearik asitin %6.4, oleik asitin %42.7, linoleik asitin %21.0, α -linolenik asitin %1.6 oranında bulunduğu saptanmıştır. %50 patates nişastası ve %50 amaranth unu kullanılarak

üretilen keklerde ise palmitik asitin %24.0, stearik asitin %6.9, oleik asitin %38.3, linoleik asitin %23.3, α -linolenik asitin %1.1 oranında bulunduğu belirtilmiştir (Gambus ve diğ. 2009).

3.1.6 Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Değerleri

Fenolik bileşikler; meyve, sebze, tahıl gibi çeşitli gıda ürünlerinde bulunan ve bu gıdaların renk, koku, tat gibi özelliklerinden sorumlu olan fitokimyasallardır (Karabulut ve Yemiş 2019). Fenolik bileşikler doğal antioksidanların en önemli gruplarını oluştururlar (Deveci ve diğ. 2016). Antioksidanlar; gıda ürünlerini ve bu ürünleri tüketen canlıları reaktif oksijen, nitrojen gibi serbest radikal moleküllerin oksidatif zararlarına karşı korurlar (Güleşci ve Aygöl 2016).

Kek üretiminde kullanılan hammaddelere ait toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite değerleri Tablo 3.9'da verilmiştir. BTU'nun pirinç ununa kıyasla fenolik madde miktarının yaklaşık 5 kat, antioksidan aktivite değerinin ise yaklaşık 4 kat fazla olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.9: Hammaddelerin toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite değerleri

Hammaddeler	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100g)*	Antioksidan Aktivite (μ mol TE/100g)*
Pirinç Unu	23.96 $\pm$ 0.60	8.03 $\pm$ 0.07
BTU	117.07 $\pm$ 3.47	33.06 $\pm$ 2.15

*Sonnular yaş ağırlık bazında verilmiştir.

Yapılan bir çalışmada bamya tohumu kavrularak ve kavrulmadan öğütölüp un haline getirilerek fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite değerleri açısından incelenmiştir. Kavrulmamış tohum unlarının toplam fenolik madde miktarı 157.80 mg GAE/100g, antioksidan aktivite değeri ise %56.06 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca kavurma işlemi ile örneklerin fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerlerinin arttığı ve sırasıyla 232.19 mg GAE/100g ve %70.39 olduğu bildirilmiştir (Açıkgöz ve diğ. 2016). Bamya tohumunun fenolik madde miktarının ve antioksidan aktivitesinin incelendiğı bir başka çalışmada ise tohumunun toplam fenolik madde miktarı 34.29 mg GAE/100g, antioksidan aktivite değeri ise %50.43 olarak tespit

edilmiştir (Abouel-Yazeed 2019). 5 farklı bamya tohumunda toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerlerinin incelendiği bir çalışmada ise tohumların toplam fenolik madde miktarlarının 34.89-39.39 mg GAE/100g arasında, antioksidan aktivite değerlerinin ise %34.39-%53.71 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Graham ve diğ. 2017). Yapılan bir diğer çalışmada bamya tohumu ununun toplam fenolik madde miktarının 25.24 mg GAE/g, antioksidan aktivite değerinin ise 25.0 mmol TEAC/100g olarak tespit edildiği bildirilmiştir (Adetuyi ve Komolafe 2011).

Bu verilere dayanarak bamya tohumlarının toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerlerinin değişken olduğu görülmüştür. Bu durumun bamya bitkilerinin hasat ediliş zamanı, hasat yöntemi ve depolama koşulları ile ilişkili olduğu düşünülmüştür (Güleşci ve Aygöl 2016).

Üretimi yapılan glutensiz kek örneklerine ait toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite değerleri Tablo 3.10'da gösterilmiştir. BTU ikame oranı arttıkça keklerin toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite değerlerinde artış meydana gelmiştir. Kontrol grubu örneğin toplam fenolik madde miktarı 32.91 mg GAE/100 g olarak tespit edilirken, %45 BTU ikamesiyle bu değer 55.51 mg GAE/100g'a yükselmiştir. Fenolik madde miktarları açısından kontrol grubu örnek ile %15 BTU ikame edilen örnek arasındaki fark önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, ikame oranının artmasıyla istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$) bir artışın meydana geldiği görülmüştür. Üretilen kek örneklerinin antioksidan aktivite değerlerinin ise 12.85-16.23 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ arasında değiştiği belirlenmiştir. Meydana gelen değişimlerin hammaddelerin antioksidan aktivite değerleri ve fenolik madde miktarları ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 3.10: Glutensiz kek örneklerinin toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite değerleri

Kek Örneği	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100g)*	Antioksidan Aktivite ($\mu\text{mol TE}/100\text{g}$)*
Kontrol	32.91 $\pm$ 0.96 ^c	12.85 $\pm$ 0.63 ^c
15 BTU	35.41 $\pm$ 1.58 ^c	14.53 $\pm$ 0.33 ^b
30 BTU	49.75 $\pm$ 0.18 ^b	15.45 $\pm$ 0.15 ^{ab}
45 BTU	55.51 $\pm$ 0.23 ^a	16.23 $\pm$ 0.01 ^a

-Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$).

*Sonuçlar yaş ağırlık bazında verilmiştir.

Çeşitli gıda ürünlerinin farklı kaynaklarla zenginleştirilmesine yönelik olarak yapılan çalışmalarda fenolik madde miktarlarındaki ve antioksidan aktivite değerlerindeki değişimler araştırılmıştır.

Sığır eti köftelerine kurutulmuş bamya tozunun %0.5, %1.0, %1.5 oranlarında ilave edildiği bir çalışmada köftelerin toplam fenolik madde miktarı kontrol örneğinde 80.42 mg/100g iken %1.5 kurutulmuş bamya tozu ilaveli köftelerde yaklaşık 1.7 kat artarak 135.06 mg/100g'a yükseldiği belirtilmiştir. Bu durum bamyanın fenolik bileşiklerce zengin olması ile açıklanmıştır (Aşıkkutlu 2021).

Buğday ununa %20, %30, %40 bamya kabuğu unu ilavesi ile bisküvi üretilen bir çalışmada bisküvilerin toplam fenolik madde miktarları incelenmiştir. Bamya kabuğu unu ilave edilmeden üretilen kontrol grubu bisküvilerde toplam fenolik madde miktarı 0.71 mg/100g iken bamya kabuğu unu katkılı bisküvilerde bu değerlerin 1.41-1.01 mg/100g aralığında değiştiği tespit edilmiştir (Amadi 2019).

Yapılan diğer bir çalışmada mısır unundan üretilen glutensiz kek örneklerine karabuğday unu ikame edilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı kontrol örneğinde 21.06 mg GAE/g, %40 oranında fermente edilmiş ve edilmemiş karabuğday unu ikame edilmiş örneklerde ise sırasıyla 24.48 mg GAE/g ve 24.78 mg GAE/g olarak tespit edilmiştir. Aynı sırayla örneklerin antioksidan aktivite değerleri ise 18.0 µmol TE/g, 24.20 µmol TE/g ve 20.49 µmol TE/g olarak belirlenmiştir (Zielinski ve diğ. 2017).

Dondurularak kurutulmuş yaban mersini tozunun %10 oranında glutensiz kek formülasyonuna ilave edildiği bir çalışmada kontrol grubu keklerin antioksidan aktivite değeri 140.0 µmol TE/g iken, %10 yaban mersini tozu ilavesi ile 244.0 µmol TE/g'a yükselmiştir. Toplam fenolik madde miktarları kontrolde 0.025 mg GAE/g olarak bulunmuş, %10 yaban mersini tozu ilaveli örneklerde ise 0.175 mg GAE/g'a yükseldiği bildirilmiştir (Bhaduri ve Navder 2014).

3.2 Fiziksel Analiz Sonuçları

3.2.1 Renk Analiz Sonuçları

Renk tüketici tercihlerini etkileyen en önemli parametrelerden bir tanesidir. Keklerin üretiminde kullanılan pirinç unu ve BTU'nun L^* , a^* ve b^* cinsinden renk değerleri Tablo 3.11'de verilmiştir.

Tablo 3.11: Hammaddelerin renk değerleri

Hammadde	L^*	a^*	b^*
Pirinç Unu	89.63±0.11	-1.33±0.01	8.00±0.01
BTU	63.58±0.11	1.95±0.01	22.41±0.05

L^* değeri açıklık/koyuluğu, a^* değeri kırmızılık/yeşilliği, b^* değeri ise sarılık/maviliği ifade etmektedir. Hammaddelerin renk analiz sonuçları incelendiğinde pirinç ununun BTU'ya göre daha yüksek L^* değerine, daha düşük a^* ve b^* değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Pirinç ununun renk analizinin yapıldığı bir çalışmada unun L^* değerinin 92.53, a^* değerinin -0.23, b^* değerinin ise 7.92 olduğu saptanmıştır (Yeşilkanat 2019). Bir başka çalışmada ise pirinç ununun L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 90,04, -1.13 ve 7.75 olarak bulunmuştur (Çelik 2021).

İki çeşit bamya tohumunun öğütülüp un haline getirildiği bir çalışmada unların renk değerleri incelenmiş, L^* değeri 60.29 ve 65.37, a^* değeri 0.26 ve 0.09, b^* değeri ise 12.83 ve 14.06 olarak tespit edilmiştir (Ofori ve diğ. 2020).

Üretilen kek örneklerinin iç renk değerleri Tablo 3.12'de, dış renk değerleri ise Tablo 3.13'de verilmiştir.

Glutensiz keklerin iç renk değerleri incelendiğinde BTU ikame oranının artmasıyla L^* değerinde azalma meydana gelmiştir ($p<0.05$). BTU'nun pirinç ununa kıyasla daha koyu renkte olması ile bu durum açıklanabilir. İç renk a^* değerlerinin 3.43 ile 4.50 aralığında değiştiği saptanmış ve formülasyondaki BTU oranı arttıkça

a^* değeri yükselmiştir. İç renk b^* değerinin ise BTU ikame edilmesi ile birlikte azaldığı tespit edilmiştir.

Tablo 3.12: Glutensiz kek örneklerinin iç renk değerleri

Kek Örneği	İç Renk		
	L^*	a^*	b^*
Kontrol	71.55±1.88 ^a	3.43±0.05 ^b	33.05±0.60 ^a
15 BTU	58.83±0.12 ^b	3.88±0.10 ^{ab}	26.24±1.05 ^b
30 BTU	50.25±1.18 ^c	4.03±0.62 ^{ab}	23.21±0.93 ^c
45 BTU	43.36±1.10 ^d	4.50±0.33 ^a	21.70±0.01 ^c

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$).

Glutensiz keklerin dış renk L^* , a^* ve b^* değerlerinin BTU ikame oranının artması ile azaldığı tespit edilmiştir ($p<0.05$). L^* değerinin 42.46 ile 48.16 arasında, a^* değerinin 12.50 ile 15.23 arasında, b^* değerinin ise 24.30 ile 32.25 arasında değiştiği belirlenmiştir. Fırın ürünlerinde pişmeye bağlı olarak meydana gelen maillard reaksiyonlarının dış renk değerlerindeki değişime sebep olabileceği düşünülmüştür (Topkaya 2017).

Tablo 3.13: Glutensiz kek örneklerinin dış renk değerleri

Kek Örneği	Dış Renk		
	L^*	a^*	b^*
Kontrol	48.16±0.74 ^a	15.23±0.02 ^a	32.25±0.74 ^a
15 BTU	45.13±2.65 ^{ab}	14.22±0.01 ^b	26.62±0.33 ^b
30 BTU	44.14±0.21 ^{ab}	13.11±0.11 ^c	25.99±0.01 ^b
45 BTU	42.46±1.01 ^b	12.50±0.01 ^d	24.30±0.26 ^c

-Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$).

Farklı zenginleştirme materyallerinin kullanıldığı benzer çalışmalar incelenmiştir. Yapılan bir çalışmada üzüm çekirdeği tozunun kek formülasyonuna ilave oranı arttıkça örneklerin iç renk L^* ve b^* değerinin azaldığı, a^* değerinin ise artış gösterdiği kaydedilmiştir. Ayrıca dış renk L^* , a^* ve b^* değerlerinin üzüm çekirdeği katkısının artması ile birlikte azaldığı tespit edilmiştir (Bekar 2017).

Glutensiz keklere farklı oranlarda Trabzon hurması ununun ilave edildiği diğer bir çalışmada üretilen keklerin iç renk L^* değerinin hurma unu ilavesinin

artmasıyla azaldığı, a^* değerinin arttığı, b^* değerinin ise değişmediği belirlenmiştir (Yeşilkanat 2019).

3.2.2 Tekstür Profili Analizi Sonuçları

Gıdalarda tekstür, dokunma, görme ve işitme duyularıyla algılanabilen, ürünlerin tüm reolojik ve yapısal (geometrik ve yüzey) özelliklerini ifade etmektedir (Foegeding ve diğ. 2011). Gıdaların tekstürel özellikleri ile müşteri tercihleri arasında önemli bir ilişkinin olduğu belirtilmiştir (Aday ve Caner 2006).

Çalışma kapsamında üretilen glutensiz kek örneklerinin tekstürel özellikleri Tablo 3.14'te gösterilmiştir.

Tablo 3.14: Glutensiz kek örneklerinin tekstürel özellikleri

Kek Örneği	Sertlik (g)	Yapışkanlık (mJ)	Elastikiyet	Sakızımsılık (g)	Çiğnenebilirlik (mJ)
Kontrol	1700.63±19.62 ^d	0.01±0.01 ^c	0.15±0.01 ^a	788.95±92.35 ^c	96.63±14.77 ^c
15 BTU	2222.75±49.14 ^c	0.03±0.01 ^c	0.14±0.02 ^a	1025.55±155.63 ^c	118.31±29.73 ^c
30 BTU	3040.13±22.10 ^b	0.13±0.01 ^b	0.14±0.01 ^a	1554.25±33.59 ^b	187.04±4.64 ^b
45 BTU	4316.38±6.19 ^a	0.29±0.05 ^a	0.13±0.02 ^a	2381.48±297.23 ^a	284.00±32.95 ^a

-Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$).

Sertlik, katı gıdaların dişler arasında veya yarı katı gıdaların damak ve dil arasındaki basınca karşı koyması için gerekli olan güç olarak tanımlanmıştır (Ertaş ve Doğruer 2010). Keklerin sertlik değerlerinin 1700.63 g ile 4316.38 g arasında değiştiği ve BTU ikamesi ile birlikte örneklerin sertlik değerinde anlamlı seviyede artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). En yüksek oran olan %45 BTU ikame edilmiş örneğin sertlik değerinin kontrol grubu örneğe kıyasla 2.5 kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu artışta BTU katkısı ile artan lif içeriğinin etkisinin olduğu düşünülmüştür (Tuluk ve diğ. 2018; Kırbaş ve diğ. 2019).

Yapılan bir çalışmada glutensiz keklere belli oranlarda (%5, %10, %15) elma, portakal ve havuç posası tozu ikame edilmiş ve keklerin tekstürel özellikleri incelenmiştir. Posa tozu miktarı arttıkça keklerin sertlik değerinin arttığı

bildirilmiştir. Sertlik değerinin elma posası tozu ikameli keklerde 15.80 N-19.88 N arasında, havuç posası tozu ikameli keklerde 10.49 N-43.79 N arasında, portakal posası tozu ikameli keklerde ise 10.16 N-21.82 N arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Sertlik değerinin artmasında posaların yüksek diyet lifinin etkisinin olduğu belirtilmiş ve bu durumun keklerde daha sert bir dokunun oluşmasına sebep olduğu bildirilmiştir (Kırbaş ve diğ. 2019).

Yapışkanlık, gıdalar ile damak, diş ve dil gibi yüzeyler arasındaki çekim kuvvetine karşı koymak için gerekli olan güç şeklinde tanımlanmıştır (Ertaş ve Doğruer 2010). Örneklerin yapışkanlık değerlerinin 0.01-0.29 mJ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Kontrol ve %15 BTU ikame edilmiş örneklerin yapışkanlık değerleri arasında fark tespit edilmezken ($p>0.05$), %30 ve daha üstü BTU ikamesi ile yapışkanlık değerinin anlamlı seviyede arttığı belirlenmiştir ($p<0.05$).

Yapılan bir çalışmada eşit oranda mısır ve pirinç nişastası kullanılarak kontrol grubu kekler üretilmiş; chia, amaranth, kinoa, karabuğday unları ise %10 oranında ayrı ayrı formülasyona dahil edilmiştir. Keklerin yapışkanlık değerleri chia, kinoa ve amaranth unu katkılı örneklerde kontrol örneğine göre artış göstermiş, chia unu katkılı keklerin yapışkanlık değerinin kontrol örneğiyle istatistiksel olarak benzer olduğu ($p>0.05$) belirtilmiştir (Mutlu ve diğ. 2019).

Elastikiyet, gıdaya uygulanan bir etkiden sonra oluşan şekil bozukluğunun, etki kaldırıldıktan sonra ortadan kaybolması olarak tanımlanmıştır (Ertaş ve Doğruer 2010). Örneklerin elastikiyet değerlerinin 0.13 ve 0.15 arasında değiştiği tespit edilmiş fakat örnekler arasında istatistiksel açıdan fark görülmemiştir ($p>0.05$).

Buğday ununa nar kabuğu tozu ilave edilip kek üretilen bir çalışmada keklere nar kabuğu tozu ikame oranı arttıkça elastikiyet değerlerinin azaldığı belirtilmiştir. Elastikiyet ve sertlik değerlerinin ters orantılı olduğu, nar kabuğu tozu ilavesi ile keklerin sertlik değeri arttığı için elastikiyet değerlerinin azalmasının beklenen bir sonuç olduğu bildirilmiştir. Sertlikte meydana gelen artışın sebebinin nar kabuğu tozunun yüksek diyet lifi içeriği olduğu belirtilmiştir (Topkaya 2017).

Sakızimsılık, yarı katı bir gıdayı yutulmaya hazır hale getirmek için gerekli parçalama kuvveti olarak tanımlanmıştır (Altuğ Onoğur ve Elmacı 2015). Üretilen

keklerin sakızımsılık değerlerinin 788.95-2381.48 g aralığında değiştiği tespit edilmiştir. BTU katkı oranının artmasıyla sakızımsılık değerleri anlamlı seviyede artış göstermiştir ($p<0.05$).

Çiğnenebilirlik, gıdanın yutmaya hazır konuma gelmesi için harcanan enerji olarak tanımlanmıştır (Ertaş ve Doğruer 2010). En düşük çiğnenebilirlik değerine kontrol örneğinin sahip olduğu (96.63 mJ) ve BTU ikamesinin artmasıyla bu değer artış gösterdiği belirlenmiştir. Kontrol grubu kek örneği ile %15 BTU ikame edilmiş kek örneğinin çiğnenebilirlik değerlerinin benzer olduğu ($p>0.05$), ikame oranının artmasıyla istatistiksel açıdan anlamlı ($p<0.05$) bir artışın meydana geldiği görülmüştür.

Tuluk ve diğ. (2018)'nin çalışmasında %2 ve daha fazla bamyu unu katkısının ekmeklerin çiğnenebilirlik ve sakızımsılık değerlerini önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir. Farklı oranlarda üzüm çekirdeği tozunun kek hamuruna ikame edildiği bir çalışmada da üzüm çekirdek tozu ilavesi arttıkça keklerin sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin arttığı saptanmıştır (Bekar 2017). Sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin sertlik ile ilişkili parametreler olduğu bildirilmiştir (Türker 2016). Bamyu unu ve üzüm çekirdeği tozu gibi lif içeriği yüksek kaynaklarla ürünlerin zenginleştirilmesinin sertlik değerlerinde artışa neden olduğu, buna bağlı olarak da sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin arttığı sonucuna varılmıştır.

3.2.3 Keklerin Ağırlık, Hacim, Spesifik Hacim, Yoğunluk, Pişme Kaybı ve Yükseklik Değerleri

Üretilen keklerde yapılan ağırlık, hacim, spesifik hacim, yoğunluk, pişme kaybı ve yükseklik değerleri Tablo 3.15'te verilmiştir.

Üretilen glutensiz kek örneklerinin ağırlıklarının 28.13 g ile 29.28 g arasında değiştiği belirlenmiştir. Kek formülasyonuna BTU ikamesi ile ağırlık değerlerinde anlamlı seviyede artış meydana gelmiştir ($p<0.05$). Yapılan bir çalışmada glutensiz keklere %40 oranında sorgum unu ikame edilmesiyle keklerin ağırlığının kontrol grubu keklere kıyasla yaklaşık 1.1 kat arttığı tespit edilmiştir (Gadallah 2017).

Tablo 3.15: Glutensiz kek örneklerinin bazı fiziksel analiz sonuçları

Kek Örneği	Ağırlık (g)	Hacim (mL)	Spesifik Hacim (cm ³ /g)	Yoğunluk (g/cm ³)	Pişme Kaybı (%)	Yükseklik (mm)
Kontrol	28.13±0.03 ^b	81.00±5.66 ^a	2.88±0.04 ^a	0.35±0.02 ^b	24.44±0.15 ^a	39.89±0.05 ^a
15 BTU	28.66±0.34 ^{ab}	72.50±3.54 ^{ab}	2.53±0.09 ^b	0.40±0.01 ^a	22.15±1.46 ^{ab}	38.07±0.01 ^b
30 BTU	28.86±0.23 ^a	71.00±1.41 ^{ab}	2.46±0.03 ^b	0.41±0.01 ^a	21.27±0.96 ^b	36.73±0.07 ^c
45 BTU	29.28±0.24 ^a	69.00±2.83 ^b	2.36±0.08 ^b	0.42±0.01 ^a	19.56±0.98 ^b	35.45±0.31 ^d

-Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05).

Spesifik hacim; birim kütlenin hacmi olarak ifade edilmiştir (Anonim 2021c). BTU katkı oranı arttıkça üretimi yapılan glutensiz keklerin hacim ve spesifik hacim değerlerinde azalma meydana geldiği görülmüştür. Formülasyona %45 oranında BTU ikame edilmesiyle hacimde kontrol örneğine kıyasla anlamlı bir azalma meydana gelmiştir (p<0.05). Spesifik hacim değerlerinde ise BTU katkılı tüm kek örneklerinde kontrol grubu kek örneklerine göre istatistiksel fark olduğu gözlemlenmiştir (p<0.05). Maş fasulyesi unu ve börülce ununun glutensiz muffinlerde kullanımının araştırıldığı bir çalışmada maş fasulyesi ve börülce unları %50, %65 ve %80 oranlarında pirinç unu ile ikame edilerek kullanılmış ve değerler buğday unundan üretilen muffin (kontrol) örneğiyle karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda kontrol grubu muffinlerin spesifik hacimlerinin 2.28 cm³/g olduğu belirlenmiş, baklagil katkıları ile muffinlerde spesifik hacim değerlerinin azaldığı bildirilmiştir. Spesifik hacmin formülasyona %80 oranında maş fasulyesi unu ilave edilmesi ile 2.00 cm³/g, aynı oranda börülce ununun ilave edilmesi ile 1.97 cm³/g'ye düştüğü belirlenmiştir. Bu azalma baklagil bazlı keklerde gluten olmamasıyla ve ağ yapısının zayıflaması ile ilişkilendirilmiştir (Jeong ve diğ. 2021). Miranda-Villa ve diğ. (2019) çalışmasında glutensiz keklere %30 oranında kinoa unu ikamesi ile keklerin spesifik hacim değerinin 1.53 cm³/g'dan 1.39 cm³/g'a düştüğü belirtilmiş, bu durum keklerin gaz tutma kapasitesinin zayıflamasıyla ilişkilendirilmiştir. Türker'in (2016) çalışmasında ise muz kabuğu unu katkılı glutensiz keklerin hacim ve spesifik hacimlerinde katkı oranı ile birlikte azalma olduğu bildirilmiştir. Bu kapsamda artan lif kaynağı ile hacim ve spesifik hacim değerlerinin ilişkili olduğu ve lif kaynağının artmasıyla hamur viskozitesinin arttığı, dolayısıyla daha sıkı yapılı ve düşük hacimli keklerin elde edildiği bildirilmiştir.

Bu çalışmada da BTU'nun yüksek lif içerdiği tespit edilmiştir. Artan katkı oranı ile birlikte daha sıkı yapılı kekler elde edilmiş; hacim ve spesifik hacim değerlerinde azalma gözlemlenmiştir.

Yoğunluk, spesifik hacimle ters orantılıdır (Anonim 2021c). Dolayısıyla BTU katkısı, keklerin hacim ve spesifik hacminde azalma meydana getirdiği için, yoğunluk değerlerinde artışa sebep olmuştur. Üretilen kek örneklerinin yoğunluklarının 0.35-0.42 g/cm³ arasında değiştiği belirlenmiş ve BTU katkılı tüm keklerin yoğunluğu, kontrol grubu kek örneğine göre önemli seviyede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

Yapılan bir çalışmada glutensiz keklere %28 oranında karpuz kabuğu tozu ikame edilmesi ile kek örneklerinin yoğunluk değerlerinde kontrol örneğine kıyasla yaklaşık %28 oranında artış meydana geldiği bildirilmiştir (Çelik 2021).

Pişme kaybı değerinde BTU ikamesi ile azalma meydana geldiği, kontrol örneği ile karşılaştırıldığında %30 ve %45 BTU katkılı örneklerin pişme kaybı değerlerinin önemi düzeyde ($p>0.05$) düşük olduğu saptanmıştır. Pişme kaybında meydana gelen bu değişimin, BTU'da bulunan ve yüksek su tutma kapasitesine sahip olan suda çözünmeyen diyet liflerinden kaynaklandığı düşünülmüştür (Türker 2016).

Glutensiz keklere şeker ikamesi olarak inülin tipi fruktanların kullanıldığı bir çalışmada kontrol grubu keklerin pişme kaybı %25.18 iken farklı fruktanların ikamesi ile pişme kaybı değerleri azalmış ve %22.89, %22.31 ve %22.58 olarak bulunmuştur. Fruktan ikameli keklerin pişme kayıpları arasında fark tespit edilmezken ($p>0.05$), kontrol örneği ile kıyaslandığında bu örneklerin pişme kayıplarının önemli ölçüde ($p<0.05$) düşük olduğu bildirilmiştir (Krupa-Kozak ve diğ. 2020).

Yükseklik değeri kontrol örneğinde 39.89 mm olarak belirlenirken BTU ikame oranı arttıkça keklerin yüksekliği önemli ($p<0.05$) seviyede düşmüş, %45 BTU ikame edilmiş örnekte 35.45 mm olarak ölçülmüştür. Yapılan bir çalışmada teff unu %25, %50, %75 ve %100 oranlarında pirinç ununa ikame edilerek glutensiz kek üretiminde kullanılmıştır. Keklerdeki teff unu miktarı arttıkça örneklerin yükseklik değerlerinde azalma görülmüş, pirinç unundan üretilen kontrol örneğinin yüksekliği

39.7 mm iken artan teff unu oranıyla sırasıyla 35.4, 26.5, 21.5 ve 21.6 mm olarak ölçüldüğü belirtilmiştir (Tess ve diğ. 2015). Keklerin diyet lifi miktarında artış meydana gelmesi sonucunda daha sıkı yapılı kekler elde edilmesi ile keklerin hacimlerinde ve dolayısıyla da yükseklik değerlerinde azalma meydana geldiği belirlenmiştir.

3.2.4 Keklerin Hacim, Simetri ve Tekdüzelik İndeksi Değerleri

Üretilen keklerin hacim, simetri ve tekdüzelik indeksi değerleri Tablo 3.16’da verilmiştir. İyi kalitedeki keklerin yüksek hacimli, simetrik ve uniform yapıda olması gerektiği bildirilmiştir (Boz 2018).

Tablo 3.16: Glutensiz kek örneklerinin hacim, simetri ve tekdüzelik indeksi değerleri

Kek Örneği	Hacim İndeksi	Simetri İndeksi	Tekdüzelik İndeksi
Kontrol	118.75±1.77 ^a	3.50±0.71 ^a	0.00±0.01 ^a
15 BTU	114.50±0.71 ^b	4.00±0.71 ^a	0.50±0.01 ^a
30 BTU	110.50±0.71 ^{bc}	4.25±0.35 ^a	0.50±0.71 ^a
45 BTU	109.00±2.12 ^c	5.00±0.01 ^a	0.50±0.71 ^a

-Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05).

Keklerin hacim indeksi değerlerinin 109.00-118.75 aralığında değiştiği tespit edilmiş ve BTU ikame oranının artmasıyla önemli ölçüde (p<0.05) azaldığı belirlenmiştir. Bu durum, keklerin hacminin azalması ile ilişkilendirilmiştir.

Simetri indeksi, keklerin üst kısımlarının yüzey profillerini belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu değer artması kekin bombeli bir yapı, azalması ise daha düz bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir (Dizlek ve Altan 2013). Üretimi gerçekleştirilen keklerin simetri indeksi değerlerinin 3.50-5.00 aralığında değiştiği tespit edilmiş ve BTU ikamesi arttıkça, simetri indeksinin arttığı belirlenmiştir. Ancak sonuçlardaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p>0.05).

Tekdüzelik indeksi, keklerin yanal simetrisini ifade etmek amacıyla kullanılmaktadır (Çelik ve diğ. 2013). Yapılan analizlerde kontrol grubu keklerin tekdüzelik indeksi 0.00 olarak bulunurken BTU katkılı kek örneklerinin tekdüzelik indeksi 0.50 olarak saptanmış ancak sonuçlardaki farklılık istatistiksel açıdan

önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Keklerde arzu edilen tekdüzelik indeksinin 0 olduğu düşünülürse, ideal tekdüzelik indeksi değerine kontrol grubu kek örneğinin sahip olduğu belirlenmiştir.

Kek formülasyonuna nohut ununun dahil edildiği bir çalışmada nohut unu %50 oranında buğday ununa ikame edilmiş, tamamen nohut unu kullanılarak da kek üretimi yapılmıştır. Nohut unu ikame edilen keklerin hacim indeksi değerlerinin kontrole göre önemli düzeyde ($p<0.05$) azaldığı bildirilmiştir. Buğday unundan üretilen kontrol grubu, %50 nohut unlu ve tamamı nohut unundan üretilen keklerin hacim indeksi değerleri sırasıyla 171.10, 147.02, 125.22 olarak bulunmuştur. Hacim indeksinde meydana gelen bu azalmanın keklerin hacim değerleriyle paralel olduğu, hacim değerlerindeki azalmanın ise nohut ununun lif içeriğinin yüksek olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Gomez ve diğ. 2008).

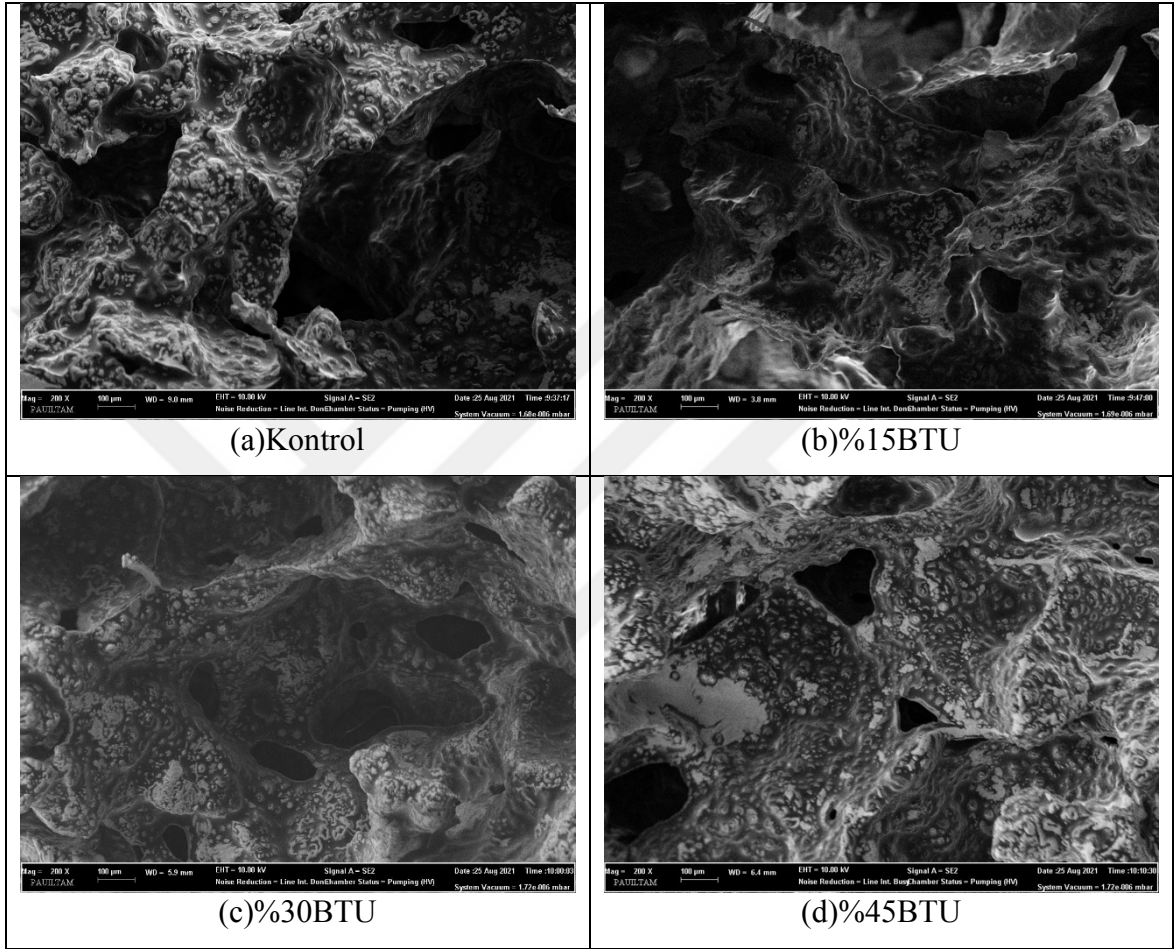
Üzüm çekirdeği tozunun %2.5, %5 ve %10 oranlarında kakaolu keklere ikame edildiği bir çalışmada örneklerin simetri indeksinin 22.00-26.00 arasında, tekdüzelik indeksinin ise 0.67-2.00 arasında değiştiği ancak sonuçların istatistiksel olarak benzer ($p>0.05$) olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak kullanılan üzüm çekirdeği tozunun, keklerin simetri ve tekdüzelik indeks değerlerini etkilemediği bildirilmiştir (Seçen 2018).

Buğday ununa %10, %20 ve %30 oranlarında kırık leblebi unu ikame edilmesi ile üretilen keklerin hacim indeksi değerleri sırasıyla 118.50, 111.00 ve 110.66; simetri indeksi değerleri 11.00, 14.00 ve 13.83; tekdüzelik indeksi değerleri ise 0.66, -1.33, -0.16 olarak belirlenmiştir (Ataman ve Gül 2020).

Pirinç unu ve mısır nişastası ile üretilen glutensiz keklere %5, %10, %15, %20 ve %25 oranlarında 1:1 oranında chia ve kinoa unu karışımının ikame edildiği bir çalışmada keklerin hacim indeksi değerleri 133-146 arasında, simetri indeksi değerlerinin -1 ile 13 arasında ve tekdüzelik indeksi değerlerinin -2 ile 3 arasında değiştiği bildirilmiştir (Aktaş ve Levent 2018).

3.3 Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntüleri

Taramalı elektron mikroskobu görüntülemesi ile yüzey morfolojisi ve biyomoleküllerin 3 boyutlu incelenmesi sağlanmaktadır (Kavıtake ve diğ. 2020). Keklerin taramalı elektron mikroskobu görüntüleri Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1 Kek örneklerinin taramalı elektron mikroskobu görüntüleri (200X)

Görüntüler incelendiğinde kontrol grubu kek örneğinin daha homojen gözenekli bir yapıya sahip olduğu görülmüştür. BTU ikamesi arttıkça keklerin gözenekliliğinin azaldığı gözlemlenmiştir. Bu durumun, BTU ikamesiyle keklerin diyet lifi içeriğinin artması ile ilişkili olduğu düşünülmüştür. BTU ikamesi ile keklerin gözenekliliğinin azalması, tekstür analizi sonucunda belirlenen sertlik değerlerindeki artışı da desteklemektedir.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde benzer sonuçlara rastlanmıştır. Ahududu ve kızcılık posası tozları ile muffinlerin zenginleştirildiği bir çalışmada kontrol grubu örnekte nişasta granüllerinin gömülü olduğu sürekli ve düzenli bir matrisi gösterdiği, meyve posası ikamesi ile keklerin protein matrisinin daha dağınık bir görüntüsünün olduğu ve homojen olmayan gözeneklerin oluştuğu belirtilmiştir. Kızcılık posası tozu ikameli keklerin gluten ağındaki çatlakların, ahududu posası ikamesine göre daha görünür olduğu ve kızcılık posası tozu katkılı keklerin suya erişimlerinin zor olduğundan dağınık ve zor görüntülenebilen nişasta granüllerine sahip olduğu bildirilmiştir (Mildner-Szkudlarz ve diğ. 2016).

Siyah pirinç unundan üretilen glutensiz keklere farklı oranlarda (%10, %20, %30, %40, %50) amaranth unu ikame edilerek örneklerin taramalı elektron mikroskobu görüntüleri incelenmiştir. Bu kapsamda kontrol örneğinin büyük gözenek yapısına sahip olduğu, farklı oranlarda amaranth unu ikamesi ile keklerdeki gözenekliliğin azaldığı belirtilmiştir. Amaranth unu katkısıyla keklerin lif içeriğinin arttığı; yüksek lif içeriğinin viskoelastik davranışı azaltarak daha az hava kabarcığının kek içerisinde tutulmasına neden olduğu bildirilmiştir (Bhatt ve diğ. 2021).

3.4 Duyusal Analiz Sonuçları

Duyusal değerlendirme, gıda maddelerinin çeşitli özelliklerine dokunma, tatma, koklama, görme veya işitme duyularının tepkilerini oluşturan ve ölçen önemli bir disiplindir (Altuğ Onoğur ve Elmacı 2015).

Kek örnekleri, panelistler tarafından dış renk, iç renk, koku, gözenek yapısı, tekstür, lezzet ve genel beğeni parametreleri açısından değerlendirilmiş ve analiz sonuçları Tablo 3.17’de verilmiştir.

Tablo 3.17: Glutensiz kek örneklerinin duyusal analiz sonuçları

Parametreler	Kek Örnekleri			
	Kontrol	15 BTU	30 BTU	45 BTU
Dış Renk	5.95±1.08 ^a	5.60±0.87 ^{ab}	5.38±0.98 ^b	4.83±1.17 ^c
İç Renk	5.90±1.17 ^a	5.43±0.93 ^{ab}	4.98±1.19 ^b	4.35±1.25 ^c
Koku	5.43±1.13 ^a	4.98±1.07 ^a	4.98±1.25 ^a	4.35±1.19 ^b
Gözenek Yapısı	5.75±0.90 ^a	5.23±0.89 ^b	5.33±0.94 ^b	4.98±0.86 ^b
Tekstür	5.25±1.10 ^a	5.18±0.81 ^a	5.23±1.05 ^a	4.95±0.96 ^a
Lezzet	5.68±0.94 ^a	5.28±0.99 ^{ab}	5.15±1.12 ^b	4.60±1.22 ^c
Genel Beğeni	5.70±1.02 ^a	5.18±0.87 ^b	5.25±0.95 ^b	4.63±1.03 ^c

-Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$).

Tablo incelendiğinde tüm parametrelerde kontrol örneğinin en yüksek puanları aldığı görülmüştür. En düşük puanları ise %45 BTU ikame edilmiş keklerin aldığı belirlenmiştir.

Renk ışığın spektral dağılımından oluşan görsel bir özellik olup tüketici tercihlerinin etkileyen en önemli parametrelerden bir tanesidir (Altuğ Onoğur ve Elmacı 2015). Kek örneklerinin iç renk ve dış renk özellikleri panelistler tarafından ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Dış renk puanlarının BTU ikamesi ile azaldığı ve kontrol örneğinin aldığı puanlara kıyasla %45 BTU ikame edilmiş örneğin yaklaşık %19 oranında daha düşük puanlar aldığı belirlenmiştir. Kontrol örneği ile %15 BTU ikameli örneğin dış renk puanlarının benzer ($p>0.05$) olduğu, %15'in üzerine çıkıldığında ise kontrol örneğine kıyasla önemli ($p<0.05$) bir farkın meydana geldiği görülmüştür. Kek örneklerinin iç renk puanlarının 5.90 ile 4.35 arasında değişim gösterdiği ve formülasyona %15'den yüksek oranlarda BTU ikame edilmesiyle birlikte kontrol örneğine kıyasla puanlarda anlamlı ($p<0.05$) bir azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir.

Koku, burunda bulunan olfaktori epitelleri tarafından algılanan bir özellik olarak tanımlanmıştır (Karagül Yüceer 2015). Kek çeşitlerinin 5.43-4.35 arasında koku puanları aldıkları belirlenmiştir. %45 BTU ikameli örneğin koku puanının kontrol, %15 ve %30 BTU ikameli kek örneklerine kıyasla önemli derecede ($p<0.05$) düşük olduğu tespit edilmiştir.

Kek hamurunda bulunan hava kabarcıklarının pişme ile beraber büyümesi sonucunda kek içerisindeki gözenek yapısı oluşmaktadır (Mercan ve Boyacıoğlu 1999). Keklerin gözenek yapısı puanlarının 5.75-4.98 arasında değiştiği ve kontrol örneğinden sonra en yüksek puanı %30 BTU ikameli keklerin aldığı (5.33) tespit edilmiştir. BTU ikameli keklerin gözenek yapısı puanlarının benzer olduğu ($p>0.05$) belirlenmiştir.

Tekstür gıdaların mekanik, yapısal ve yüzey özelliklerinin, görme, işitme ve dokunma yolu ile belirlendiği çok değişkenli bir kalite kriteridir (Ertaş ve Doğruer 2010). Keklerin tekstür puanları incelendiğinde kontrol, %15, %30 ve %45 BTU katkılı keklerin benzer puanlar ($p>0.05$) aldığı görülmüştür.

Lezzet, burunda bulunan olfaktori epitelleri tarafından algılanan aromatikler, dil ile algılanan tatlar (tatlı, tuzlu, ekşi, acı) ve özellikle göz, burun ve ağız mukozasında bulunan sinir uçları tarafından algılanan (biber acısı, mentol soğukluğu vs.) özelliklerdir (Karagül Yüceer 2015). Örneklerin lezzet puanlarının 5.68 ile 4.60 arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek puanı kontrol örneği (5.68) alırken %15'den daha fazla BTU ikamesi ile kontrol örneğine kıyasla keklerin lezzet puanlarının önemli düzeyde düştüğü ($p<0.05$) tespit edilmiştir. %45 BTU ikameli kekler ise 4.60 puan ile kek örnekleri arasında en düşük puana sahip olan örnek olmuştur.

Tüm duyuşal parametrelerin değerlendirildiği genel beğeni puanlarına bakıldığında en yüksek puanı 5.70 puan ile kontrol örneği almıştır. %15 ve %30 BTU ikameli örnekler sırasıyla 5.18 ve 5.25 puan almışlardır ve bu iki kek örneğinin genel beğeni puanlarının benzer olduğu ($p>0.05$) görülmüştür. %45 BTU ikameli örneklerin genel beğeni puanı ise (4.63), diğer kek örneklerine göre önemli derecede ($p<0.05$) düşük bulunmuştur. Duyusal analize katılan panelistler %45 oranında BTU ikame edilmiş örneklerin renginin çok koyu olduğunu ve bamya tohumu aromasının çok baskın olduğunu belirtmişlerdir.

Literatürde duyuşal analizle ilgili benzer çalışmalar incelendiğinde, Akoja ve Coker (2018)'in yaptıkları bir çalışmada buğday ununa farklı (%5, %10, %15, %20, %25) oranlarda bamya unu ikamesi ile bisküvi üretimi gerçekleştirilmiştir. Örnekler görünüş, tat, aroma, tekstür, gevreklik ve toplam kabul edilebilirlik özellikleri

açısından duyuşal analize tabi tutulmuşlardır. Analiz sonucunda en yüksek puanları tüm parametrelerde kontrol örneğinin aldığı belirtilmiştir. %10 bamya tozu ikame edilmiş bisküvilerin görünüş, tat, aroma ve toplam kabul edilebilirlik, %15 bamya tozu ikame edilmiş örneklerin ise tekstür ve gevreklik parametrelerinde en düşük puanları aldıkları bildirilmiştir. Duyusal özellikler bakımından panelistlerin tüm örnekleri beğendiğı, toplam kabul edilebilirlik açısından en yüksek puanı %5 bamya unu katkılı örneklerin aldığı belirtilmiştir. %25 oranına kadar bamya ununun formülasyona ilave edilebileceğı bildirilmiştir.

Yapılan bir diğerk çalışmada buğday ununa %5, %10, %15 oranlarında bamya tohumu unu ilave edilmiş ve üretilen bisküviler renk, koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik bakımından duyuşal olarak değerkendirilmiştir. En yüksek genel kabul edilebilirlik puanını %5 bamya tohumu unu katkılı örneklerin aldığı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda bamya tohumu ununun, buğday ununa %10 oranına kadar kısmen ikame edilebileceğı bildirilmiştir (Abouel-Yazeed 2019).

Bir başka çalışmada ise bisküvi örneklerini zenginleştirmek amacıyla buğday ununa ikame olarak %20, %30, %40 oranlarında bamya kabuğı unu ikame edilmiş ve bisküvilerde duyuşal analiz gerçekleştirilmiştir. Aroma, renk, lezzet, tekstür, gevreklik ve genel beğeni üzerinden yapılan analizde tüm parametrelerde kontrol örneğinin en yüksek puanları aldığı belirtilmiştir. Bamya kabuğı unu katkılı bisküvilerin gevreklik hariç diğerk parametrelerde aldığı puanların birbirine yakın olduğı ($p>0.05$) belirlenmiştir. Gevreklik değerklerinde kontrol örneğinden sonra en yüksek puanı %20 bamya kabuğı unu katkılı bisküviler alırken, en düşük puanı %40 bamya kabuğı unu katkılı bisküvilerin aldığı saptanmıştır. Genel beğeni açısından kontrol örneğinden sonra en yüksek puanı %40 bamya kabuğı unu katkılı bisküvilerin aldığı bildirilmiştir (Amadi 2019).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Değişen gıda tüketim alışkanlıklarına rağmen tahıl ürünleri insan beslenmesinde önemli bir yer tutmaya devam etmektedir. Hızlı tüketim alışkanlıkları hazır gıdalara olan talebi arttırmıştır. Bu nedenle kekler de günlük tüketimde önemli bir yer tutan unlu mamullerden biri olmuştur. Bu çalışmada, bamya tohumu unu glutensiz kek formülasyonuna ilave edilerek ürüne fonksiyonellik kazandırılması ve çölyaklı bireyler için yeni bir alternatif ürünün ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda glutensiz kek formülasyonuna %15, %30 ve %45 oranlarında bamya tohumu unu ikamesi yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, artan BTU ikame oranı ile keklerin gıda bileşenleri açısından zengin bir ürün haline geldiği saptanmıştır.

Glutensiz kek örneklerine BTU ikame oranı arttıkça kül, yağ ve protein miktarlarının önemli düzeyde ($p<0.05$) arttığı görülmüştür. Kek örneklerinin kül miktarlarının %1.76-%2.73 arasında, yağ miktarlarının %23.97-%29.16 arasında, protein miktarlarının ise %7.36-%11.43 arasında tespit edilmiştir. Keklerin çözünür, çözünmez ve toplam diyet lifi miktarlarına bakıldığında kontrol grubu keklerin çözünür, çözünmez ve toplam diyet lifi miktarı sırasıyla %0.98, %1.84 ve %2.82 iken, %45 BTU ikameli keklerde bu değerler sırasıyla %2.14, %6.72 ve %8.86'ya yükselmiştir. Buna bağlı olarak keklerin karbonhidrat miktarları azalmıştır. Nem içerikleri ve kalori değeri sonuçları ise benzer ($p>0.05$) bulunmuştur. Keklerin kül, yağ, protein, diyet lifi içeriklerinde meydana gelen artışlar hammadde sonuçlarıyla ilişkilendirilmiştir. BTU'nun pirinç unu ile karşılaştırıldığında kül miktarının 12.9 kat, yağ miktarının 80 kat, protein miktarının 4.2 kat, çözünür diyet lifi miktarının 9.3 kat ve çözünmez diyet lifi miktarının 13.6 kat yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda BTU'nun mineral maddeler açısından zengin bir kaynak olduğu bildirilmiştir. Keklerin Mg, P, K, Ca, Fe, Zn, Cu içeriklerinin BTU ikame edilmesiyle artış ($p<0.05$) gösterdiği, Mn içeriğinin ise değişmediği ($p>0.05$) tespit edilmiştir. Mg miktarı kontrol örneğinde 175.1 mg/kg iken %45 BTU ikameli keklerde 1037.1 mg/kg'a yükselmiştir. P miktarı kontrol ve %15, %30, %45 BTU katkılı keklerde sırasıyla 3977.2, 4301.6, 4891.4 ve 5398.0 mg/kg olarak tespit

edilmiştir. Kontrol grubu keklerin K miktarı 1034.6 mg/kg iken %45 BTU ikamesiyle yaklaşık 3 kat artarak 3059.0 mg/kg'a yükselmiştir. Ca miktarları BTU katkı oranı arttıkça artmış ve 20.3 mg/kg (kontrol), 36.6 mg/kg (15BTU), 54.2 mg/kg (30BTU) ve 70.6 mg/kg (45BTU) olarak bulunmuştur. Fe miktarı kontrol kek örneklerine göre %45 BTU ikameli keklerde yaklaşık 7 kat artarak 63.7 mg/kg olduğu saptanmıştır. Zn miktarları artan katkı oranı ile artmış ve sırasıyla 7.3, 10.1, 14.5 ve 18.8 mg/kg olduğu gözlemlenmiştir. Cu miktarları da BTU ikamesi ile artış göstermiş, kontrol örneğinin Cu miktarı 1.0 mg/kg iken %45 BTU ikamesi ile Cu miktarı 2.8 mg/kg'a yükselmiştir.

Çalışmada kek formülasyonlarında kullanılan BTU'nun esansiyel ve esansiyel olmayan amino asitler bakımından pirinç ununa kıyasla daha zengin bir kaynak olduğu belirlenmiştir. Üretimi gerçekleştirilen keklerde de hammaddelerle paralel sonuçlar elde edilmiştir. Esansiyel amino asitlerden olan lizin, valin, metionin, izolösin, lösin, fenilalanin, treonin ve histidin miktarları artan BTU katkı oranı ile oransal olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) artmıştır. Toplam esansiyel amino asit miktarı kontrol grubu kek örneğinde 3218.61 mg/100g tespit edilirken, %45 BTU ikameli keklerde 4282.28 mg/100g'a yükseldiği tespit edilmiştir. Esansiyel olmayan amino asitlerden serin, prolin, alanin, tirozin, aspartik asit, glutamik asit ve arginin miktarlarının artan BTU katkısı ile önemli düzeyde ($p<0.05$) arttığı görülmüştür. Toplam esansiyel olmayan amino asitlerin kontrol ve %15, %30 ve %45 BTU katkılı keklerde sırasıyla 5133.70 mg/100g, 5719.10 mg/100g, 6784.66 mg/100g ve 7209 mg/100g olduğu tespit edilmiştir.

Hammaddelerin yağ asidi kompozisyonları incelendiğinde pirinç ununda ve BTU'da en fazla oranda bulunan yağ asitlerinin linoleik, oleik ve palmitik asit olduğu saptanmıştır. Pirinç ununda %40.99 oranında linoleik asit, %36.23 oranında oleik asit ve %17.06 oranında palmitik asit, BTU'da %34.77 oranında linoleik asit, %30.53 oranında palmitik asit ve %24.34 oranında oleik asit olduğu belirlenmiştir. Çalışma kapsamında üretilen keklerde yapılan yağ asidi kompozisyonu tayini sonuçlarına göre BTU ikamesi arttıkça kek örneklerinin palmitik asit oranları artış göstermiş, linoleik ve oleik asit oranlarının ise azaldığı saptanmıştır. Toplam doymuş yağ asidi oranları BTU ikamesi ile artış göstermiş, kontrol örneğinde toplam doymuş yağ asidi oranı %17.38 iken %45 BTU katkılı keklerde %20.13 olarak tespit

edilmiştir. Doymamış yağ asitlerinin oranı BTU ikamesi ile azalmıştır. Tekli doymamış yağ asidi oranları kontrol örneğinde %33.71, %45 BTU ikame edilmiş keklerde ise %32.37; çoklu doymamış yağ asitlerinin oranı kontrol örneğinde %48.92, %45 BTU ikame edilmiş keklerde %47.50 olarak bulunmuştur.

BTU'nun toplam fenolik madde miktarının pirinç ununa kıyasla yaklaşık 5 kat, antioksidan aktivite miktarının ise yaklaşık 4 kat yüksek olduğu bulunmuştur. Kontrol grubu örneğin toplam fenolik madde miktarının 32.91 mg GAE/100g olduğu, BTU ikamesi ile artış gösterdiği ve en yüksek oran olan %45 BTU ikame edilmiş örnekte 55.51 mg GAE/100g olduğu saptanmıştır. Antioksidan aktivite değerleri kontrol grubu kek örneklerinde 12.85 μ mol TE/100g olarak bulunurken, BTU ikame oranı arttıkça artmış ve %45 BTU ikameli keklerde 16.23 μ mol TE/100g'a yükseldiği tespit edilmiştir.

Hammaddelerin renk değerleri kıyaslandığında BTU'nun pirinç ununa göre daha düşük L^* değerine ve daha yüksek a^* ve b^* değerine sahip olduğu saptanmıştır. Keklerin iç renk sonuçları incelendiğinde L^* ve b^* değerlerinin BTU ikamesi ile önemli düzeyde azaldığı, a^* değerinin ise arttığı gözlemlenmiştir. Keklerin dış renk özellikleri incelendiğinde BTU ikamesi ile L^* , a^* ve b^* değerlerinde azalma meydana geldiği belirlenmiştir ($p<0.05$).

Üretilen keklerde yapılan tekstür profili analizi sonuçlarına göre BTU ikamesi ile keklerin sertlik değerlerinde önemli düzeyde ($p<0.05$) artış olduğu görülmüştür. Sertlik değerlerindeki bu artış, bamyı tohumunda bulunan diyet lifi miktarının yüksek olması ile bağdaştırılmıştır. Keklerin yapışkanlık değerleri kontrol ve %15 BTU ikameli kek örneğine kıyasla %30 ve %45 BTU katkılı keklerde anlamlı seviyede ($p<0.05$) artmıştır. Kek örneklerinin elastikiyet değerleri ise benzer ($p>0.05$) bulunmuştur. Sakızimsılık değerleri kontrol örneğinde 788.95 g iken %45 BTU katkılı keklerde 2381.48 g'ye yükselmiştir. Benzer şekilde çiğnenebilirlik değerlerinde de artış görülmüş, kontrol grubu keklerde 96.63 mJ tespit edilirken %45 BTU ikameli keklerin çiğnenebilirlik değeri 284.00 mJ'a yükselmiştir.

Keklerde yapılan bazı fiziksel analizlere göre örneklerin ağırlığının BTU ikamesi ile arttığı belirlenmiştir. Hacim değerlerine bakıldığında kontrol kek örneklerinde hacmi 81.00 mL iken BTU katkısı ile bu değer azalmış ve %45 BTU

ikameli keklerde 69.00 mL olarak tespit edilmiştir. Spesifik hacim kontrol ve BTU katkılı keklerde sırasıyla 2.88, 2.53, 2.46, 2.36 cm³/g olarak bulunmuştur. Artan diyet lifi içeriğiyle hamur viskozitesinin artması sonucu daha sıkı yapılı ve hacimce düşük kekler elde edilmiştir. Kek hacminin azalması ile ilişkili olarak örneklerin yoğunluk değerlerinde artış görülmüştür. Pişme kaybı değerlerinin %24.44-%19.56 arasında değiştiği ve BTU katkısı ile bu değer azaldığı görülmüştür. Pişme kaybındaki azalma, BTU'da bulunan ve yüksek su tutma kapasitesine sahip olan suda çözünmeyen diyet lifleri ile bağdaştırılmıştır. Kek yükseklik değerlerinde BTU katkısı ile önemli düzeyde ($p<0.05$) azalma görülmüş, kontrol örneğinin yüksekliği 39.89 mm iken %45 BTU ikameli keklerin yüksekliği 35.45 mm olarak tespit edilmiştir. Yükseklikteki azalma hacim ve spesifik hacim değerlerinin azalması ile ilişkilendirilmiştir.

Üretilen keklerin hacim indeks değerleri BTU katkısı ile azalmış; kontrol ve %15, %30, %45 BTU katkılı keklerde sırasıyla 118.75, 114.50, 110.50 ve 109.00 olarak tespit edilmiştir. Bu durumun kek hacimlerinin düşmesi ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Simetri indeksi ve tekdüzelik indeksi değerlerinin ise tüm örneklerde istatistiksel olarak benzer olduğu ($p>0.05$) belirlenmiştir.

Kek örneklerinin SEM görüntülerinde kontrol örneğinin homojen dağılmış bir gözenek yapısına sahip olduğu görülürken, BTU'da bulunan yüksek diyet lifi nedeniyle keklerin gözenek yapısının küçüldüğü gözlemlenmiştir.

Üretimi gerçekleştirilen keklerde yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre kontrol örneğinin dış renk, iç renk, koku, gözenek yapısı, tekstür, lezzet ve genel beğeni parametrelerinin tamamında en yüksek puanları aldığı görülmüştür. Genel beğeni puanlarına göre kontrol örneğinin ardından en yüksek puanları 5.25 puan ile %30 ve 5.18 puan ile %15 BTU katkılı keklerin aldıkları belirlenmiştir. %45 BTU katkılı keklerin genel beğeni puanı ise 4.63 olarak tespit edilmiştir.

Yapılan tüm analizler dikkate alındığında, glutensiz kek formülasyonuna %30 oranına kadar BTU ikamesinin duyusal olarak tüketiciler açısından kabul edilebilir olduğu, keklerin yapısal özelliklerinde çok fazla değişime neden olmadığı ve gıda bileşenleri açısından keklerin zenginleştirildiği sonucuna varılmıştır.

5. KAYNAKLAR

AACC, Determination of crude protein- Kjeldahl Method, Boric Acid Modification (Method 46-12). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 11th ed. American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN., (1999).

AACC, Determination of Soluble, Insoluble and Total Dietary Fiber in Foods and Food Products (Method 32-07). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 9th ed. American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN., (1995).

AACC, Approved methods of the Analysis (Method 10-91). American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN., (2000).

Abdel-Nabey, A. A., Abou-Tor, E. S. M., “Chemical composition of okra seeds and some physico-chemical characteristics of extracted oil.”, *Alexandria journal of food science and technology*, 11(1), 11-19, (2014).

Abouel-Yazeed, A. M., “Incorporation of okra seeds powder to employ in some foodstuffs based on its physical, chemical and sensorial evaluation”, *Journal of food and dairy sciences*, 10(7), 231-236, (2019).

Açıkgöz, Ç., Akpınar Borazan, A., Andoğlu, E. M., Gökdağ, D., “Chemical composition of Turkish okra seeds (*Hibiscus esculenta* L.) and the total phenolic content of okra seeds flour”, *Anadolu University of Sciences & Technology-A: Applied Science & Engineering*, 17(5), 766-774, (2016).

Aday, M. S., Caner, C., “Gıdalarda tekstür ve etki eden etmenler”, *Akademik Gıda*, 4(6), 28-32, (2006).

Adelakun, O. E., Oyelade, O. J., “Potential use of okra seed (*Abelmoschus esculentus* Moench) flour for food fortification and effects of processing”, *Flour and breads and their fortification in health and disease prevention*, Academic Press, 205-212, (2011).

Adelakun, O. E., Oyelade, O. J., Ade-Omowaye, B. I. O., Adeyemi, I. A., Van de Venter, M., Koekemoer, T. C., “Influence of pre-treatment on yield chemical and antioxidant properties of a Nigerian okra seed (*Abelmoschus esculentus* moench) flour”, *Food and Chemical Toxicology*, 47(3), 657-661, (2009).

Aderonke, A., Moronkeji, A., Vivian, I., Chinwe, O., Rotimi, S., Henry, O., Olalekan, O., “Dietary fortification of ogi (Maize slurry) with okra seed flour and its nutritional value”, *Scholarly Journal of Agricultural Science*, 4(4), 213-217, (2014).

Adetuyi, F. O., Adelabu, H. A., “Impact of okra (*Abelmoschus esculentus*) seed flour on nutrients, functional properties and zinc bioavailability of plantain flour”, *Malaysian journal of nutrition*, 17(3), 359-366, (2011).

Adetuyi, F. O., Komolafe, E. A., “Effect of the addition of okra seed (*Abelmoschus esculentus*) flour on the antioxidant properties of plantain *Musa paradisiaca* flour”, *Annual Research & Review in Biology*, 143-152, (2011).

Akoja, S. S., Coker, O. J., “Physicochemical, functional, pasting and sensory properties of wheat flour biscuit incorporated with okra powder”, *International journal of food science and nutrition*, 3(5), 64-70, (2018).

Akpınar, H., Yüce, A., Yardımcı, H., Akarca, U. S., Balcıoğlu, H., Dağlı, Z., Karaarslan, T., Acar, E., Türkmen, G., Koyunoğlu, S., Özden, N. O., Samancı, F. E., Ercebeci, Ş., Çölyak Hastalığında Aile Hekimleri İçin Tanı, Tedavi, İzleme Rehberi, *T.C. Sağlık Bakanlığı Yayınları*, Ankara, (2019).

Aktaş, K., Levent, H., “The effects of chia (*Salvia hispanica* L.) and quinoa flours on the quality of rice flour and starch based-cakes”, *Gıda*, 43(4), 644-654, (2018).

Altuğ Onoğur, T., Elmacı, Y., *Gıdalarda duyuşal değeriendirme*, İzmir: Sidaş Medya, (2015).

Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K., Gallagher, E., “Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients”, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(4), 240-257, (2009).

Aly, M. M., Seleem, H. A., “Gluten-free flat bread and biscuits production by cassava, extruded soy protein and pumpkin powder”, *Food and Nutrition Sciences*, 6(07), 660, (2015).

Amadi, J.A., “Nutrient, phytochemical and sensory evaluation of biscuits produced from composite flours of wheat enriched with okra pod”, *Journal of Agriculture and Food Sciences*, 17(1), 65-78, (2019).

Anonim, ‘The Manual of Hunter-Lab Mini Scan XE Colorimeter’, Virginia: HunterLab Cooperation, U.S.A., (1995).

Anonim, Gıdalar – Gluteni Azaltılmış ve Glutensiz Hale Getirilmiş (TS 13143), Ankara: Türk Standartları Enstitüsü, (2005).

Anonim, ‘National Research Council’, *Lost crops of Africa Volume II: vegetables*. National Academies Press, Washington DC, United States, (2006).

Anonim, Hazır Kek Standardı (TS 13375), Ankara: Türk Standartları Enstitüsü, (2008)

Anonim, “9 Mayıs Dünya Çölyak Günü”, (15.11.2021), <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/beslenmehareket-haberler/may%C4%B1s-d%C3%BCnya-%C3%A7%C3%B6lyak-g%C3%BCn%C3%BC.html>, (2017a).

Anonim, “Çölyak ve Görölme Sıklığı”, (15.11.2021), <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/metabolizma-ve-colyak/%C3%A7%C3%B6lyak-ve-g%C3%B6r%C3%BClme-s%C4%B1kl%C4%B1%C4%9F%C4%B1.html>, (2017b).

Anonim, Pirinç Unu Standardı (TS 2639), Ankara: Türk Standartları Enstitüsü, (2018).

Anonim, “Countries by Okra Production”, (18.12.2021), <https://www.fao.org/>, (2019).

Anonim, “Bitkisel Üretim Verileri”, Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, (2021a).

Anonim, “Okra Nutrition Facts”, (20.12.2021), <https://fdc.nal.usda.gov/>, (2021b).

Anonim, “Spesifik Hacim”, (29.12.2021), <https://tr.wikipedia.org/>, (2021c).

AOAC, *Official Methods of Analysis*, Washington, D.C.: Association of Official Agricultural Chemists, (1990).

AOCS, Preparation of Methyl Esters of Fatty Acids, Official and Recommended Practices of the AOCS, 5th edn., AOCS Press, Official Method Ce 2-66, (1997).

Applegate, L., *Beslenme ve Diyet*, (Çev: H. Özpınar), İstanbul Tıp Kitabevi, (2011).

Aşıkkutlu, A., “Sığır eti köftelerine kuru bamya tozu ilavesinin bazı kalite parametreleri üzerine etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, (2021).

Ataman, Ç., “Leblebi üretiminde yan ürün olarak açığa çıkan kırık leblebi ununun glutenli ve glutensiz mufin üretiminde kullanım olanaklarının araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta, (2020).

Ataman, Ç., Gül, H., “Leblebi üretiminde yan ürün olarak açığa çıkan kırık leblebi ununun mufin kalitesi üzerine etkisi”, *Black Sea Journal of Agriculture*, 3(4), 308-316, (2020).

Aydoğdu, S., Tümgör, G., “Çölyak hastalığı”, *Güncel Pediatri*, 3(1), 47-53, (2005).

Barışık, D., Tavman, Ş., “Glütensiz ekmek formülasyonlarında nohut unu kullanımının ekmeğin kalitesi üzerine etkisi”, *Akademik Gıda*, 16(1), 33-41, (2018).

Baysal, A., *Beslenme*, Ankara Hatiboğlu Yayınevi, 9-264, (2019).

Bekar, E., “Üzüm çekirdeği ilavesinin keklerin kalite özelliklerine etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, (2017).

Bhaduri, S., Navder, K., “Freeze dried blueberry powder fortification improves the quality of gluten free snacks”, *Journal of Food Processing & Technology*, 5(12), 1-7, (2014).

Bhatt, S., Kumari, N., Abhishek, V., Gupta, M., “Elucidating the role of amaranth flour in formulation of gluten free black rice muffins and its premix: Nutritional, physico-chemical and textural characteristics”, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(1), 675-685, (2021).

Bilgin, Ö., Çarlı, U., Erdoğan, S., Maviş, M. E., Gürsu, G., Yılmaz, M., “Karadeniz’de (Sinop Yarımadası Civarı) avlanan İzmarit Balığı, *Spicara smaris* (Linnaeus, 1758), etinin LC-MS/MS kullanarak amino asit içeriğinin tespiti ve ağırlık-boy ilişkisi”, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2), 130-136, (2019).

Bilişli, A., *Gıda Kimyası*, Çanakkale: Sidas Medya Ltd. Şti., (2012).

Boz, H., “Buğday veya mısır nişastası kullanılarak üretilen keklerin fiziksel, duyu ve tekstürel özellikleri üzerine çirşlendirmenin etkisi”, *Akademik Gıda*, 16(2), 176-182, (2018).

Çakmak, A., “Ankara’da yaşayan 19-65 yaş arası çölyak hastalarının beslenme durumlarının yaşam kalitesi üzerine etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2013).

Çakmakçı, D., Tahmas-Kahyaoğlu, D., “Yağ asitlerinin sağlık ve beslenme üzerine etkilerine genel bir bakış”, *Akademik Gıda*, 10(1), 103-113, (2012).

Çelik, C., “Karpuz kabuğu tozunun glutensiz keklerde kullanım potansiyeli”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2021).

Çelik, İ., Işık, F., Gürsoy, O., Yılmaz, Y., “Use of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tubers as a natural source of inulin in cakes”, *Journal of Food Processing and Preservation*, 37(5), 483-488, (2013).

Cemeroğlu, S. B., *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, 1, Ankara: Bizim Grup Basımevi, (2013).

Çınar, B., “Türk antepfıstığı çeşitlerinin vitamin, mineral madde, yağ ve yağ asitleri bileşimi üzerinde araştırmalar”, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2012).

De Simas, K. N., Viera, L. D. N., Podesta, R., Müller, C. M., Vieira, M. A., Beber, R. C., Reis, M. S., Barreto, P. L. M., Amante, E. R., Amboni, R. D. M. C., “Effect of king palm (*Archontophoenix alexandrae*) flour incorporation on physicochemical and textural characteristics of gluten-free cookies”, *International journal of food science & technology*, 44(3), 531-538, (2009).

Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G., Şahin, S., “Rheological properties of gluten-free bread formulations”, *Journal of food engineering*, 96(2), 295-303, (2010).

Deveci, H. A., Nur, G., Kırpık, M. A., Harmankaya, A., Yıldız, Y., “Fenolik bileşik içeren bitkisel antioksidanlar”, *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 26-32, (2016).

Dizlek, H., Altan, A., “Pişirme öncesinde hamurun kısa süre bekletilmesinin pandispanya nitelikleri üzerine etkisi”, *Gıda*, 38(1), 31-38, (2013).

Dülger, D., Şahan, Y., “Diyet lifin özellikleri ve sağlık üzerindeki etkileri”, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2), 147-158, (2011).

El-Hamid, E. A., Rabou, A. A., “Effect of white corn or sweet potato flour on quality attributes of gluten-free rice cake”, *Suez Canal University Journal of Food Sciences*, 5(1), 47-56, (2018).

Ertaş, N., Doğruer, Y., “Besinlerde tekstür”, *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 7(1), 35-42, (2010).

Etaware, P. M., Etaware, E. U., “The effects of food processing techniques on nutrient composition of okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench)”, *International Journal of Innovative Research and Advance Studies*, 6, 90-94, (2019).

Fasano, A., Catassi, C., “Celiac disease”, *New England Journal of Medicine*, 367(25), 2419-2426, (2012).

Foegeding, E. A., Daubert, C. R., Drake, M. A., Essick, G., Trulsson, M., Vinyard, C. J., Van de Velde, F., “A comprehensive approach to understanding textural properties of semi-and soft-solid foods”, *Journal of Texture Studies*, 42(2), 103-129, (2011).

Gadallah, M. G., “Rheological, organoleptical and quality characteristics of gluten-free rice cakes formulated with sorghum and germinated chickpea flours”, *Food and Nutrition Sciences*, 8(5), 535-550, (2017).

Gao, J., Brennan M. A., Mason, S. L., Brennan, C. S., “Effects of sugar substitution with “Stevianna” on the sensory characteristics of muffins”, *Journal of Food Quality*, (2017).

Gao, Y., Janes, M. E., Chaiya, B., Brennan M. A., Brennan, C. S., Prinyawiwatkul, W., “Gluten-free bakery and pasta products: prevalence and quality improvement”, *International Journal of Food Science & Technology*, 53(1), 19-32, (2018).

Gambus, H., Gambus, F., Pastuszka, D., Wrona, P., Ziobro, R., Sabat, R., Mickowska, B., Nowotna, A., Sikora, M., “Quality of gluten-free supplemented cakes and biscuits”, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(S4), 31-50, (2009).

Gemedo, H. F., Ratta, N., Haki, G. D., “Nutritional quality and health benefits of okra (*Abelmoschus esculentus*): A review”, *Global Journals Inc.*, 6(458), 2, (2015).

Gomez, M., Oliete, B., Rosell, C. M., Pando, V., Fernandez, E., “Studies on cake quality made of wheat–chickpea flour blends”, *LWT-Food Science and Technology*, 41(9), 1701-1709, (2008).

Graham, J. O., Agbenorhevi, J. K., Kpodo, F. M., “Total phenol content and antioxidant activity of okra seeds from different genotypes”, *American Journal of Food and Nutrition*, 5(3), 90-94, (2017).

Grasso, S., Liu, S., Methven, L., “Quality of muffins enriched with upcycled defatted sunflower seed flour”, *LWT*, 119, 108893, (2020).

Güleşci, N., Aygöl, İ., “Beslenmede yer alan antioksidan ve fenolik madde içerikli çerezler”, *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(1), 109-129, (2016).

Habtamu, F. G., Haki, G. D., Fekadu, B., Rakshit, S. K., Ashagrie, Z. W., “Nutritional and antinutritional evaluation of indigenous Ethiopian Okra

(Abelmoschus esculentus) seed accessions”, *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 18(1), 13019-13033, (2018).

Hager, A. S., “Cereal products for specific dietary requirements. Evaluation and improvement of technological and nutritional properties of gluten free raw materials and end products”, Doctoral Dissertation, *University College School of Food and Nutritional Sciences*, Cork, (2013).

Hayıt, F., Gül, H., “Karabuğday'ın Sağlık Açısından Önemi ve Unlu Mamüllerde Kullanımı”, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1), 123-132, (2015).

Heo, Y., Kim, M. J., Lee, J. W., Moon, B., “Muffins enriched with dietary fiber from kimchi by-product: Baking properties, physical–chemical properties, and consumer acceptance”, *Food science & nutrition*, 7(5), 1778-1785, (2019).

Ichihara, K., Kohsaka, C., Yamamoto, Y., Masumura, T., “Simultaneous Determination of Free Fatty Acids and Esterified Fatty Acids in Rice Oil by Gas Chromatography”, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 98(2), 149-155, (2021).

Jeong, D., Hong, J. S., Liu, Q., Choi, H. D., Chung, H. J., “The effects of different levels of heat-treated legume flour on nutritional, physical, textural, and sensory properties of gluten-free muffins”, *Cereal Chemistry*, 98(2), 392-404, (2021).

Karaca, E., Aytaç, S., “Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine etki eden faktörler”, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(1), 123-131, (2007).

Karabulut, G., Yemiş, O., “Fenolik bileşiklerin bağlı formları ve biyoyararlılığı”, *Akademik Gıda*, 17(4), 526-537, (2019).

Karagül, S., Korkmaz, A., Keleş, D., “Akdeniz Bölgesi koşullarında Denizli ve Kabaklı bamya (*Abelmoschus esculantus* L. Moench) çeşitlerinde farklı yetiştirme tekniklerinin çiçek tozu miktarı, tohum verimi ve 1000 dane ağırlığına etkisi”, *alatarım*, 3(2), 9-14, (2004).

Karagül Yüceer, Y., “Gıdalarda duyuusal analiz”, (eds: F. Durlu Özkaya, S. Coşansu ve K. Ayhan), *Her Yönüyle Gıda*, İzmir: Sidas Medya, 421-436, (2015).

Kaur, K., Singh, G., Singh, N., “Development and evaluation of gluten free muffins utilizing green banana flour”, *Bioved*, 28(2), 359-365, (2017).

Kavitake, D., Kalahasti, K. K., Devi, P. B., Ravi, R., Shetty, P. H., “Galactan exopolysaccharide based flavour emulsions and their application in improving the texture and sensorial properties of muffin”, *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 24, 100248, (2020).

Kırbaş, Z., Kumcuoglu, S., Tavman, S., “Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties”, *Journal of Food Science and Technology*, 56(2), 914-926, (2019).

Krupa-Kozak, U., Drabinska, N., Rosell, C. M., Fadda, C., Anders, A., Jelinski, T., Ostaszyk, A., “Broccoli leaf powder as an attractive by-product ingredient: effect on batter behaviour, technological properties and sensory quality of gluten-free mini sponge cake”, *International Journal of Food Science & Technology*, 54(4), 1121-1129, (2019).

Krupa-Kozak, U., Drabinska, N., Rosell C. M., Pilat, B., Starowicz, M., Jelinski, T., Szmatozowicz, B., “High-Quality Gluten-Free Sponge Cakes without Sucrose: Inulin-Type Fructans as Sugar Alternatives”, *Foods*, 9(12), 1735, (2020).

Kuzumoğlu, Y., “Glutensiz tulumba tatlısı üretimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2020).

Levent, H., Bilgiçli, N., “Enrichment of gluten-free cakes with lupin (*Lupinus albus* L.) or buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.) flours”, *International journal of food sciences and nutrition*, 62(7), 725-728, (2011).

Liu, Y., Qi, J., Luo, J., Qin, W., Luo, Q., Zhang, Q., Wu, D., Lin, D., Li, S., Dong, H., Chen, D., Chen, H., “Okra in food field: Nutritional value, health benefits and effects of processing methods on quality”, *Food Reviews International*, 37(1), (2019).

Maggio, A., Orecchio, S., “Fatty acid composition of gluten-free food (bakery products) for celiac people”, *Foods*, 7(6), 95, (2018).

Memeli, Z., “Bazı gıda liflerinin glutensiz kek formülasyonlarında kullanılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, (2015).

Mercan, N., Boyacıoğlu, M. H., “Kek üretim teknolojisi: kekin tanımı, sınıflandırılması ve üretimi”, *Dünya Gıda Dergisi*, 45, 36-39, (1999).

Mildner-Szkudlarz, S., Bajerska, J., Gornas, P., Seglina, D., Pilarska, A., Jesionowski, T., “Physical and bioactive properties of muffins enriched with raspberry and cranberry pomace powder: A promising application of fruit by-products rich in biocompounds”, *Plant Foods for Human Nutrition*, 71(2), 165-173, (2016).

Miranda-Villa, P. P., Mufari, J. R., Bergesse, A. E., Calandri, E. L., “Effects of Whole and Malted Quinoa Flour Addition on Gluten-Free Muffins Quality”, *Journal of food science*, 84(1), 147-153, (2019).

Moyin-Jesu, E. I., “Use of plant residues for improving soil fertility, pod nutrients, root growth and pod weight of okra (*Abelmoschus esculentum* L)”, *Bioresource technology*, 98(11), 2057-2064, (2007).

Mutlu, C., Tontul, S. A., Candal, C., Erbaş, M., “Bazı tahıl benzeri ürünlerin glutensiz kek üretiminde kullanımı”, *Gıda*, 44(5), 770-780, (2019).

Ofori, J., Tortoe, C., Agbenorhevi, J. K., “Physicochemical and functional properties of dried okra (*Abelmoschus esculentus* L.) seed flour”, *Food Science & Nutrition*, 8(8), 4291-4296, (2020).

Omoniye, S. A., Idowu, M. A., Francis, P. N., Adeola, A. A., “Nutrient composition and functional properties of okra seed flour and some quality attributes of its soups”, *Journal of Culinary Science & Technology*, 19(4), 285-293, (2021).

Özgören, E., “Balık eti kullanımının makarnanın kalite özelliklerine etkisi”, Doktora Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2019).

Özkan, H., “İncir çekirdeği unu kullanılarak glutenli ve glutensiz sanayi tipi mufin üretimi”, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta, (2021).

Öztürk, M. O., “Esansiyel yağ asitlerinin insan metabolizması ve beslenmesi üzerine etkileri”, *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 7(2), 37-40, (2014).

Öztürk, S., “Tahıl ve Tahıl Ürünleri Teknolojisi”, (eds: F. Durlu Özkaya, S. Coşansu ve K. Ayhan), *Her Yönüyle Gıda*, İzmir: Sidaş Medya, 172-174, (2015).

Özüğür, G., Hayta, M., “Tahıl esaslı glutensiz ürünlerin besinsel ve teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesi”, *Gıda*, 36(5), 287-294, (2011).

Palacio, M. I., Etcheverria, A. I., Manrique, G. D., “Development of gluten-free muffins utilizing squash seed dietary fiber”, *Journal of food science and technology*, 55(8), 2955-2962, (2018).

Park, Y. W., Bell, L. N., “Determination of moisture and ash contents of foods”, *FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY-NEW YORK-MARCEL DEKKER*, 138(1), 55, (2004).

Preichardt, L. D., Vendruscolo, C. T., Gularte, M. A., Moreira, A. D. S., “The role of xanthan gum in the quality of gluten free cakes: improved bakery products for coeliac patients”, *International Journal of Food Science & Technology*, 46(12), 2591-2597, (2011).

Ramos, L., Alonso-Hernando, A., Martinez-Castro, M., Moran-Perez, J. A., Cabrero-Lobato, P., Pascual-Mate, A., Tellez-Jimenez, E., Mujico, J. R., “Sourdough biotechnology applied to gluten-free baked goods: Rescuing the tradition”, *Foods*, 10(7), 1498, (2021).

Romero-Lopez, M. R., Osorio-Diaz, P., Bello-Perez, L. A., Tovar, J., Bernardino-Nicanor, A., “Fiber concentrate from orange (*Citrus sinensis* L.) bagase: characterization and application as bakery product ingredient”, *International Journal of Molecular Sciences*, 12(4), 2174-2186, (2011).

Sahagun, M., Bravo-Nunez, A., Bascones, G., Gomez, M., “Influence of protein source on the characteristics of gluten-free layer cakes”, *LWT*, 94, 50-56, (2018).

Sakac, M., Pestoric, M., Misan, A., Nedeljkovic, N., Jambrec, D., Jovanov, P., Banjac, V., Torbica, A., Hadnadev, M., Mandic, A., “Antioxidant capacity, mineral

content and sensory properties of gluten-free rice and buckwheat cookies”, *Food technology and biotechnology*, 53(1), 38-47, (2015).

Saldamlı, İ., Sağlam, F., *Gıda Kimyası*, Ankara: Hacettepe Yayınları, 6. Bölüm Vitaminler ve Mineraller, (2007).

Sathish Kumar, A., Eswar Tony, D., Praveen Kumar, A., Ashok Kumar, K., Rao, D. B. S., Nadendla, R., “A review on: *Abelmoschus esculentus* (Okra)”, *International Research Journal of Pharmaceutical and Applied Sciences*, 3(4), 129-132, (2013).

Seçen, S. M., “Investigating the possibilities for use of grape seed powder in the production of calorie reduced cocoa muffins”, *Food and Health*, 4(2), 89-97, (2018).

Singh, J. P., Kaur, A., Singh, N., “Development of eggless gluten-free rice muffins utilizing black carrot dietary fibre concentrate and xanthan gum”, *Journal of Food Science and Technology*, 53(2), 1269-1278, (2016).

Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M., ‘Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu Reagent. Methods of Enzymology’, 299: 152-178, (1999).

Soğancı, E., “Extraction and food application of mucilage from okra”, Yüksek Lisans Tezi, *Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gaziantep, (2020).

Souci, S. W., Fachman, H., Kraut, E., *Foods composition and nutrition tables*, Stuttgart: Medpharm GmbH Scientific Publishers, (2000).

Susanna, S., Prabhasankar, P., “A study on development of gluten free pasta and its biochemical and immunological validation”, *LWT-Food Science and Technology*, 50(2), 613-621, (2013).

Tabak, T., Yılmaz, İ., Tekiner, İ. H., “Investigation of the changes in volatile composition and amino acid profile of a gala-dinner dish by GC-MS and LC-MS/MS analyses”, *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25, 100398, (2021).

Tanta, S., “Bamyanın kurutma ve su alma özelliklerinin belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2019).

Tercanlı, E., “Köftelerin bazı kalite özelliklerine bamya müsilaj bazlı yenilebilir kaplamanın etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum, (2021).

Tess, M., Bhaduri, S., Ghatak, R., Navder, K. P., “Physical, textural and sensory characteristics of gluten free muffins prepared with teff flour (*Eragrostis tef* (ZUCC) trotter)”, *Journal of Food Processing and Technology*, 6(9), (2015).

Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L. and Byrne, D.H., ‘Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from Guava fruit extracts’. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 669-675, (2006).

Topal, T., Onac, C., “Determination of heavy metals and pesticides in different types of fish samples collected from four different locations of Aegean and Marmara Sea”, *Journal of Food Quality*, (2020).

Topaloğlu, K., “Glutensiz bisküvi üretimi”, Yüksek Lisans Tezi, *Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, (2019).

Topkaya, C., “Nar kabuğu tozu ilavesinin keklerin besinsel, duyuusal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2017).

Tuluk, K., Tavman, Ş., Altınel, B., Kumcuoğlu, S., Glaue, Ş., “Farklı oranlarda bamya tozu ikamesinin beyaz ekmeğin bazı kalite özellikleri üzerine etkisi”, *Tralleis Elektronik Dergisi*, 3(2), 139-153, (2018).

Turabi, E., Sumnu, G., Sahin, S., “Optimization of baking of rice cakes in infrared–microwave combination oven by response surface methodology”, *Food and Bioprocess Technology*, 1(1), 64-73, (2008).

Türker, B., “Glutensiz kek üretimi ve bazı fiziksel, kimyasal, fonksiyonel özelliklerinin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Manisa, (2016).

Türksoy, S., Özkaya, B., “Gluten ve çölyak hastalığı”, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs, Bolu, (2006).

Ukegbu, P. O., Okereke, C. J., “Effect of solar and sun drying methods on the nutrient composition and microbial load in selected vegetables, African spinach (*Amaranthus hybridus*), fluted pumpkin (*Telferia occidentalis*), and okra (*Hibiscus esculentus*)”, *Sky Journal of Food Science*, 2(5), 35-40, (2013).

Ulutürk, Ş., “İncir çekirdeği unu kullanılarak glutenli ve glutensiz bisküvi üretimi”, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta, (2018).

Wojcik, M., Rozylo, R., Schönlechner, R., Berger, M. V., “Physico-chemical properties of an innovative gluten-free, low-carbohydrate and high protein-bread enriched with pea protein powder”, *Scientific Reports*, 11(1), 1-10, (2021).

Xu, J., Zhang, Y., Wang, W., Li, Y., “Advanced properties of gluten-free cookies, cakes, and crackers: A review”, *Trends in Food Science & Technology*, (2020).

Yeşilkanat, N., “Trabzon Hurması (*Diospyros kaki*) tozunun glutensiz kek üretiminde şeker ikamesi olarak kullanımı”, Yüksek Lisans Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Manisa, (2019).

Yıldız, Ö., “Farklı formülasyon, pişirme ve depolama sürelerinin glutensiz kek kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması”, Doktora Tezi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Van, (2010).

Yıldız, E., “Glutensiz bisküvi üretiminde badem unu ve stevya kullanımı”, Doktora Tezi, *Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, (2019).

Yılmaz, M., “Buğday/Çavdar/Bamya kompozit ununun ekmeğin bazı kalite özelliklerine etkisi”, *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bilecik, (2017).

Yönel, O., Özdi, S., “Çölyak hastalığı”, *Güncel Gastroenteroloji*, 18(1), 93-100, (2014).

Yücel, R., “Glutensiz kek üretiminde kullanılan bazı zamların kalite üzerine etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, (2009).

Yürekli, B., “Elma posasının lifsel kaynak olarak muffin keklerde kullanım olanaklarının araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Karaman, (2021).

Zheng, C. J., Yoo, J. S., Lee, T. G., Cho, H. Y., Kim, Y. H., Kim, W. G., “Fatty acid synthesis is a target for antibacterial activity of unsaturated fatty acids”, *FEBS letters*, 579(23), 5157-5162, (2005).

Zhou, Z., Blanchard, C., Helliwell, S., Robards, K., “Fatty acid composition of three rice varieties following storage”, *Journal of Cereal Science*, 37(3), 327-335, (2003).

Zielinski, H., Ciesarova, Z., Kukurova, K., Zielinska, D., Szawara-Nowak, D., Starowicz, M., Wronkowska, M., “Effect of fermented and unfermented buckwheat flour on functional properties of gluten-free muffins”, *Journal of food science and technology*, 54(6), 1425-1432, (2017).



EKLER

6. EKLER

EK A: Duyusal değerlendirme formu

Panelist Numarası:.....

Sayın Panelist;

Size toplam 4 (dört) adet kek örneği sunulacaktır. Lütfen kekleri sunum sırasına göre inceleyiniz. Keklerin özellikleri hakkındaki düşüncelerinizi işaretlemek için kutucuklardan birine çarpı işareti (X) koymanız yeterli olacaktır.

Kek örneklerini tatmaya başlamadan ve bir sonraki kekin tadına bakmadan önce bir miktar su içiniz.

ÖRNEK NUMARASI:

1.Örneğin **DIŞ RENGİNİ** inceleyip, düşüncenizi işaretleyiniz.

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aşırı kötü	Çok kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok iyi	Mükemmel

2. Örneğin **İÇ RENGİNİ** inceleyip, düşüncenizi işaretleyiniz.

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aşırı kötü	Çok kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok iyi	Mükemmel

3. Örneğin **KOKUSUNU** inceleyip, düşüncenizi işaretleyiniz.

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aşırı kötü	Çok kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok iyi	Mükemmel

4. Örneğin **GÖZENEK YAPISINI** inceleyip, düşüncenizi işaretleyiniz.

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aşırı kötü	Çok kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok iyi	Mükemmel

5. Örneğin **TEKSTÜRÜNÜ (YAPISAL ÖZELLİĞİNİ)** inceleyip, düşüncenizi işaretleyiniz.

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aşırı kötü	Çok kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok iyi	Mükemmel

6. Örneğin **LEZZETİNİ** inceleyip, düşüncenizi işaretleyiniz.

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aşırı kötü	Çok kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok iyi	Mükemmel

7. Örnek ile ilgili **GENEL BEĞENİNİZ** hakkındaki düşüncenizi işaretleyiniz.

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aşırı kötü	Çok kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok iyi	Mükemmel