



GLUTENSİZ BİSKÜVİ ÜRETİMİ

Kübra TOPALOĞLU



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GLUTENSİZ BİSKÜVİ ÜRETİMİ

Kübra TOPALOĞLU

Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2019

Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Kübra TOPALOĞLU tarafından hazırlan "GLUTENSİZ BİSKÜVİ ÜRETİMİ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN



Başkan : Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN
0000-0001-6797-1985
Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza



Üye : Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN
0000-0003-3457-251X
Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Neslihan İnkaya DÜNDAR
0000-0003-2084-7076
Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa
Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Anabilim
Dalı

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü

..../..../..



U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

08/11/2019

Kübra TOPALOĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

GLUTENSİZ BİSKÜVİ ÜRETİMİ

Kübra TOPALOĞLU

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN

Bu çalışmada çölyak ve çölyak dışı gluten duyarlılığı olan hastaların tüketimlerine uygun, yeni glutensiz bisküvi formülasyonlarının geliştirilmesi amaçlanmış ve pirinç unu (PU), farklı oranlarda (%20, 40, 60) keçiyoynuzu unu (KBU) veya kestane unu (KU) ile ikame edilmiştir. Kontrol örneği, sadece pirinç unu ile üretilmiştir. KBU ve KU ikamelerinin, bisküvinin, fiziksel, kimyasal, tekstür ve duyusal özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bisküvi üretiminde kullanılan KBU ve KU' nun nem ve protein içerikleri, pirinç unundan düşük, kül ve yağ içerikleri ise yüksek bulunmuştur. Hammadde olarak kullanılan unlarda yapılan ELISA gluten varlığı testi, negatif sonuç vermiştir. Bisküvilerin fiziksel özellikleri değerlendirildiğinde, KBU ve KU ikameli bisküvilerin yayılma oranları, kontrol örneğine göre önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) yüksek bulunmuştur. KBU ve KU ikame oranları arttıkça, bisküvilerin sertlik değerlerinde artış olduğu gözlenmiştir. KBU ve KU ikameli bisküvilerin L^* değerinin kontrole göre düşük olması, daha az parlak olduklarını, a^* değerlerinin yüksek ve b^* değerlerinin düşük çıkması ise kontrol örneğinden daha koyu bir renge sahip olduklarını göstermektedir. Özellikle, KBU ilaveli bisküviler, KU ilavelilerden ve kontrol örneğinden daha koyu bir renk almıştır. Üretilen glutensiz bisküvilerde yapılan immünolojik gluten tayini (ELISA testi) sonucunda, gluten varlığına rastlanmamış ve üretimde çapraz bulaşma olmadığı, görülmüştür. Bu sonuçlar, üretilen glutensiz bisküvilerin, çölyak hastaları tarafından güvenle tüketilebilir olduğunun kanıtlanması açısından, oldukça önemlidir. KU ikamesi ile üretilen glutensiz bisküvilerin, sadece pirinç unu ile üretilen glutensiz bisküviden (kontrol) daha çok beğenildiği ve panelistler tarafından tüketilebilir bulunduğu görülmüştür. Buna karşın, KBU ikamesi ise kontrolden daha az beğeni almıştır. KBU ikameleri arasında sadece %20 ilave oranının, tüm duyusal parametrelerden beş ve üzeri puan aldığı ve kabul edilebilir niteliklere sahip olduğu gözlenmiştir. KBU ikamesinin, %20 oranından sonra, duyusal özellikleri olumsuz yönde etkilediği sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak bu çalışmada, glutensiz bisküvi üretiminde, pirinç ununun, KBU ve KU ikamesiyle, yeni glutensiz ürün alternatiflerinin yaratılmış olması ve bu ürünlerin panelistler tarafından kabul edilebilir bulunması, önemli bir sonuç olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bisküvi, çölyak, gluten, keçiyoynuzu unu, kestane unu, pirinç unu
2019, vii+62 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

PRODUCTION OF GLUTEN FREE COOKIE

Kübra TOPALOĞLU

Bursa Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN

The aim of this study was to develop new gluten-free biscuit formulations suitable for the consumption of celiac and non-celiac gluten-sensitive patients and rice flour (PU) was substituted with carob flour (KBU) or chestnut flour (KU) in different proportions (20, 40, 60%). The control sample was produced only with rice flour. The effect of KBU and KU substitutes on the physical, chemical, textural and sensory properties of biscuit was investigated. The moisture and protein content of KBU and KU used in biscuit production was found to be lower than rice flour and ash and oil contents was higher than rice flour. ELISA gluten presence test performed on raw flours yielded negative results. When the physical properties of the biscuits were evaluated, the spread rates of the KBU and KU substitute biscuits were significantly higher ($p \leq 0,05$) compared to the control sample. As KBU and KU substitution rates increased, the hardness values of biscuits were observed to increase. The low L^* value of KBU and KU substitute biscuits compared to the control indicates that they are less bright, while the high a^* and low b^* values indicate that they have a darker color than the control sample. In particular, biscuits with KBU additions were a darker color than KU additions and control samples. As a result of immunologic gluten determination (ELISA test) in gluten-free biscuits produced, there was no presence of gluten and there was no cross-contamination in production. These results are crucial in proving that gluten-free biscuits produced can be safely consumed by celiac patients. Gluten-free biscuits produced with KU substitution were found to be more liked than gluten-free biscuits (control) produced only with rice flour and were found tolerable by panelists. In contrast, KBU substitution has received less acclaim than control. It was observed that only a 20% addition rate among KBU substitutions scored five and above from all sensory parameters and had acceptable qualities. It was concluded that KBU substitution, after 20% rate, negatively affects sensory characteristics.

As a result; in this study, new gluten-free alternatives have been created by substituting KBU and KU of rice flour for gluten-free biscuit production and the acceptance of these products by panelists is considered as an important result.

Key words: Cookie, celiac, gluten, carob flour, chestnut flour, rice flour
2019, vii+62 pages.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca tez konumun seçiminden son aşamasına kadar her konuda yardımcı olan bilgi ve yardımlarından daima yararlandığım, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen, beni her zaman destekleyen değerli tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN' e,

Tez çalışmalarındaki desteklerinden dolayı Sayın Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN' a,

Tezimin uygulama ve analiz aşamalarında yardımlarından dolayı Dr. Elif YILDIZ' a,

Tezimin yazım aşamasında bana her zaman yardımcı olan canım eşim Fatih GÜNNAN' a,

Her zaman yanımda olan, hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen, varlıkları ile bana güç veren; canım annem Filiz TOPALOĞLU, canım babam Uğur TOPALOĞLU ve canım kardeşim Ayça TOPALOĞLU' na sonsuz teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

| | Sayfa |
|--|-------|
| ÖZET..... | i |
| ABSTRACT..... | ii |
| TEŞEKKÜR..... | iii |
| İÇİNDEKİLER | iv |
| SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ | v |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | vi |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | vii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI..... | 3 |
| 2.1. Çölyak ve Gluten İlişkisi..... | 3 |
| 2.2. Glutensiz Diyet ve Gluten Kontaminasyonu..... | 5 |
| 2.3. Glutensiz Bisküvi Üzerine Yapılmış Önceki Çalışmalar..... | 9 |
| 2.4. Glutensiz Bisküvi Üretiminde Kullanılan Bazı Temel Hammaddeler..... | 17 |
| 2.4.1. Pirinç unu | 17 |
| 2.4.2. Keçiboynuzu unu | 18 |
| 2.4.3. Kestane unu | 22 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM | 27 |
| 3.1. Materyal | 27 |
| 3.2. Yöntemler..... | 28 |
| 3.2.1. Keçiboynuzu, kestane ve pirinç unu analizleri | 28 |
| 3.2.2. Bisküvi üretimi..... | 29 |
| 3.2.3. Bisküvi analizleri | 32 |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA | 35 |
| 4.1. Keçiboynuzu Unu, Kestane Unu ve Pirinç Unu Bileşimleri..... | 35 |
| 4.2. Bisküvi Bileşimi ve Kalite Özellikleri | 36 |
| 4.2.1. Kiyasal bileşim..... | 36 |
| 4.2.2. Fiziksel özellikler ve tekstür | 38 |
| 4.2.3. Renk değerleri | 41 |
| 4.2.4. Duyusal analizler..... | 43 |
| 5. SONUÇ ve ÖNERİLER..... | 48 |
| KAYNAKLAR | 50 |
| ÖZGEÇMİŞ | 62 |

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler Açıklama

| | |
|----------|------------|
| α | Alfa |
| β | Beta |
| γ | Gama |
| g | Gram |
| kcal | Kilokalori |
| N | Newton |
| ω | Omega |

Kısaltmalar Açıklama

| | |
|-------|---|
| AOECS | Association of European Coeliac Societies |
| ELISA | Enzim Bağlı İmmünosorbent Testler |
| EMA | Endomiziyal Antikor |
| GMS | Gliserol Monostearat |
| KBU | Keçiboynuzu Unu |
| KM | Kuru Madde |
| KU | Kestane Unu |
| LES | Lesitin |
| PU | Pirinç Unu |
| TG | Transglütaminaz |
| SSL | Sodyum Stearoil-2-Laktilat |
| YFMŞ | Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubu |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | Sayfa |
|---|--------------|
| Şekil 2.1. Çapraz tahıl simgesi..... | 9 |
| Şekil 2.2. Keçiboynuzu (<i>Ceratonia</i>) ve unu..... | 19 |
| Şekil 2.3. Kestane (<i>Castanea sativa</i>) ve unu..... | 22 |
| Şekil 3.1. Kestane unu..... | 27 |
| Şekil 3.2. Keçiboynuzu unu | 27 |
| Şekil 3.3. Pirinç unu | 27 |
| Şekil 3.4. Bisküvi üretim aşamaları | 31 |
| Şekil 3.5. Bisküvide renk analizi | 33 |
| Şekil 3.6. Bisküvide tekstür analizi..... | 33 |
| Şekil 4.1. Bisküvilerin yüzey renkleri..... | 43 |



ÇİZELGELER DİZİNİ

| | Sayfa |
|---|--------------|
| Çizelge 3.1. Bisküvi formülasyonları..... | 29 |
| Çizelge 4.1. Keçiboynuzu unu, kestane unu ve pirinç ununun kimyasal bileşimi..... | 35 |
| Çizelge 4.2. Bisküvilerin kimyasal bileşimleri | 37 |
| Çizelge 4.3. Bisküvilerin fiziksel ve tekstür özellikleri | 40 |
| Çizelge 4.4. Bisküvilerin renk değerleri | 42 |
| Çizelge 4.5. Bisküvilerin duyu analizi sonuçları | 45 |



1. GİRİŞ

Değişen beslenme alışkanlıklarına rağmen, tahıl ürünleri, insanların beslenmesinde önemli bir yer tutmaya devam etmektedir. Ancak buğday, çavdar, arpa, tritikale ve yulaf gibi tahıllar ile bunların işlenmiş ürünleri, bazı insanlarda rahatsızlıklara sebebiyet vermektedir. Bunların başında gelen çölyak hastalığı, genetik ve çevresel faktörlerin etkileşimi sonucu ortaya çıkmaktadır (Soya ve Ün 2014).

Glutene duyarlı enteropati (bağırsak rahatsızlığı) olarak da tanımlanan çölyak hastalığı, duyarlı kişilerde, buğday, arpa, çavdar ve muhtemelen yulaftaki bazı tahıl proteinlerine karşı gerçekleşen bağışıklık tepkisi nedeniyle oluşmaktadır (Demirkesen ve ark. 2010a). Hastalığı oluşturan temel etken, gluten proteininin gliadin adlı alt fraksiyonu olup, gluten içeren gıdaların tüketilmesi sonucunda etkisi ortaya çıkmaktadır (Özkaya 1999, Battais ve ark. 2005). Bu immünolojik reaksiyon, çölyak hastalarının ince bağırsağında bulunan ince tüy benzeri çıkıntılara zarar vererek, başta vitamin ve mineraller olmak üzere, vücudun gereksinim duyduğu çeşitli besin maddelerinin emilimini engeller (Özkaya 1999, Demirkesen ve ark. 2010a, Battais ve ark. 2005).

Çölyak hastalığı, yaşam boyu devam eden tek gıda alerjisidir ve günümüzde en sık rastlanan genetik hastalık olarak kabul edilmektedir (Thom ve ark. 2009). Bu nedenle çölyak hastaları, yaşamları boyunca sıkı bir glutensiz diyet uygulamalıdır (Demirkesen ve ark. 2010a).

Son zamanlarda, çölyak hastalarının karbonhidrat kaynağı olarak sıklıkla bisküvi ve kraker tükettikleri görülmektedir. Yapılan birçok çalışmada glutensiz bisküvi üretiminde buğday unu yerine, amarant (De la Barca ve ark. 2010, Schoenlechner ve ark. 2006), karabuğday (Hadnadev ve ark. 2013, Kaur ve ark. 2015, Schoenlechner ve ark. 2006), pirinç unu (Chung ve ark. 2014, Torbica ve ark. 2012), teff unu (Coleman ve ark. 2013), yulaf unu (Duta ve Culetu 2015) ya da değişik nişastalar (Arendt ve ark. 2002, Demiate ve ark. 2000) kullanılmıştır.

Pirinç unu, kabuksuz, renksiz, yavan tadı olan antialerjik bir ürün olup, buğday proteinine kıyasla yüksek lisin içeriğine ve daha dengeli aminoasit profiline sahiptir. Pirinç unu gluten içermemesi ve kolay sindirilebilir karbonhidrat içeriğinin yüksek olması

nedeniyle, çölyak hastalarının diyeti için önemli bir hammaddedir. Glutensiz ürünlerde istenen tat ve rengin oluşmasına da yardımcı olmaktadır (Gallagher ve ark. 2004).

Kestane unu nispeten yüksek miktarda şeker (%20-32), nişasta (%50-60), diyet lif (%4-10) ve düşük miktarda yağ (%2-4) içermektedir. Esansiyel amino asitlerce (%4-7) zengin, yüksek kaliteli protein kaynağı olduğu kanıtlanmıştır. Ayrıca bazı önemli vitaminleri (E vitamini, B vitamini grubu), mineralleri (potasyum, fosfor ve magnezyum) ve fenolik maddeleri (gallik ve ellagik asit) de içermektedir. Tüm bu özellikleri sayesinde kestane unu, glutensiz ürünler için uygun bir fonksiyonel alternatif olarak değerlendirilmektedir (Demirkesen ve ark. 2010b).

Glutensiz unlu mamul üretiminde, gluten yokluğunda hamur gelişimini sağlamak, hamur reolojisini ve ürün tekstürünü düzeltmek için genellikle ksantan gam, guar gam, pektin ve karboksi metil selüloz gibi katkıları kullanılmaktadır (Lazaridou ve ark. 2007). Keçiboynuzu gamı da viskoz yapı, emülsiyon oluşturabilme ve dispersiyonu stabilize etme kabiliyetine sahip olduğundan, yaygın olarak kullanılmaktadır (Macleod ve ark. 1992, Morton 1987, Batlle ve ark. 1997).

Bu çalışma kapsamında çölyak ve çölyak dışı gluten duyarlılığı olan hastaların tüketimlerine uygun, yeni glutensiz bisküvi formülasyonlarının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla glutensiz bisküvi formülünde kullanılan pirinç unu, farklı oranlarda keçiboynuzu ve kestane unu ile ikame edilmiştir. Kestane unu, glutensiz hammadde olması nedeniyle; keçiboynuzu unu ise hem glutensiz hammadde olması hem de glutensiz ürünlerde hamur reolojisini düzenleyen gam içermesi nedeniyle kullanılmıştır. Kontrol örneği, keçiboynuzu unu ve kestane unu kullanılmaksızın, sadece pirinç unu ile üretilmiştir. Formülasyonda değişen oranlarda kullanılan keçiboynuzu ve kestane unlarının, bisküvinin, fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Çölyak ve Gluten İlişkisi

Tüm dünyada ve ülkemizde, tahıl ürünleri, en önemli besin kaynağını oluşturmaktadır. Beslenmemizde önemli yeri olan tahıl ürünlerinin tüketimi, bazı insanlarda çeşitli rahatsızlıklar oluşturabilmektedir. Buğday, çavdar, arpa ve bazen de yulaf ürünlerinin tüketimi sonucu ortaya çıkan bir hastalık olan çölyak hastalığı, bunlardan biridir. Çölyak hastalığı, gluten içeren gıdaların tüketimiyle, bağırsaklardaki doğal yapının bozulması sonucu ortaya çıkan, bir malabsorpsiyon (emilim bozukluğu) sendromudur (Türksoy ve ark. 2006).

Bir başka tanıma göre ise çölyak hastalığı (ÇH), genetik olarak duyarlı bireylerde ortaya çıkan ve buğday, çavdar ve arpada bulunan gluten protein fraksiyonlarından kaynaklanan, multi-sistemik bir otoimmün bozukluktur. Bu hastalığının semptomları ilk olarak 1887 yılında, gelişme zorluğu, ishal ve bitkinlik olarak tanımlanmıştır. 1953 yılında ise buğday, çavdar ve arpanın çölyak hastalığına sebep olduğu, belirlenmiştir (Van Bergeijk ve ark. 1993).

Buğday, çavdar ve arpadaki, glutenin, gliadin, hordein ve sekalin; çölyak hastalığına neden olan gluten proteinleri olarak sınıflandırılmaktadır (Niewinski 2008). Gluten proteinleri, sindirim sisteminin üst kısmında, proteazlarca gerçekleştirilen tam sindirime dirençli olup, bağırsak lümeninde bozulmadan kalır. Çölyak hastalarında, üst ince bağırsakta, transglütaminaz enzimi, gluten protein fraksiyonlarını, deamine etmektedir. Bu yapı, villöz hasara ve dokuya zarar veren diğer etmenlerin serbest bırakılmasına, neden olmaktadır. Bu da, yüzey epitelinde tahribata ve villus (emici tüyler) düzleşmesine yol açmaktadır (Green ve Cellier 2007, Bethune ve Khosla 2008). Emici tüyler zarar gördüğünde, gıdaların emilimi ve sindirimi gerektiği gibi yapılamamaktadır (malabsorbsiyon). Kısaca çölyak, ömür boyu süren bir emilim bozukluğu olup, gluten tüketimi ile tetiklenen, kronik ve inflamatuvar bir bağırsak hastalığıdır (Serin ve Akbulut 2017).

Çölyak hastalığı nedeniyle oluşan bu emilim bozukluğu (malabsorpsiyon), vitaminler ve mineraller başta olmak üzere, çeşitli besin öğelerinin eksikliğine yol açmaktadır. Oluşan beslenme yetersizliği ise çocuklarda ve erişkinlerde, kansızlık, kemik zayıflığı, kilo kaybı, halsizlik ve yorgunluk, çocuklarda büyüme-gelişme geriliği gibi hastalıklara yol açmaktadır (Gough ve ark. 1962).

Çölyak, çölyak dışı gluten duyarlılığı ve buğday alerjisi, gliadin ve glutenin fraksiyonları ile ilişkilendirilmektedir (Battais ve ark. 2008). Özellikle de α -, γ -, ω -gliadin olmak üzere, glutamine zengin olan gliadinler, çölyaktan sorumlu olarak görülmektedir. *İn vivo* ve *in vitro* çalışmalarla, α – gliadinler en toksik, γ – gliadinler bunlardan biraz daha düşük düzeyde toksik, ω – gliadinler ise toksisitesi daha düşük olarak belirlenmiştir (Anonim 2004a). Çölyak hastalığındaki inflamatuvar tepkinin primer başlatıcısının, proteaz enzimlerine karşı yüksek dirence sahip olan 33-amino asit peptidi olduğu düşünülmektedir. Bu peptid ve homologları, sadece buğday gliadininde, arpa hordeininde ve çavdar sekalininde tanımlanmıştır (Shan ve ark. 2002).

Çölyak, genetik ve çevresel faktörlerin etkisiyle ortaya çıkan bir hastalık olup, etkili olan başlıca çevresel faktörler ise beslenme alışkanlıkları, anne sütü tüketimi, glutenli gıdalar ile beslenmeye başlama yaşı ve günlük gluten tüketim miktarıdır (Malekzadeh ve ark. 2005). Çölyak hastalığı tipik belirtilerle ortaya çıkabileceği gibi, bazı vakalarda yıllarca hiç belirti vermeksizin, çok hafif seyrebilmekte ve bu da hastalığın teşhisini zorlaştırmaktadır (Urgancı 2005, Türksoy ve Özkaya 2006).

Çölyak hastalığı tipleri (Kavak 2002):

- a. Tipik form,
- b. Atipik form,
- c. Asemptomatik form,
- d. Geçici gluten intoleransı

Atipik veya asemptomatik formlar da, alt tiplere ayrılmaktadır (Cellier ve ark. 2000, Yönel ve Öznil 2014);

- a. Sessiz tip: Klinik bulgu yoktur (asemptomatik), ancak serolojik testler pozitifdir ve biyopsi, patolojik değişiklikler ile uyumludur
- b. Potansiyel tip: Semptomlar ve serolojik testler pozitif iken, biyopsi negatiftir
- c. Latent tip: Asemptomatiktir, ancak serolojik testler pozitif iken, villöz atrofi bulunmamaktadır.

Çölyak tanısı, Anti-TG2 veya Anti-Endomiziyal Antikorlarının (EMA) belirlenmesi testleri ile yapılmaktadır. Ayrıca, HLA-DQ2 ve HLA-DQ8 testleri de çölyak tanısında kullanılabilir. Ancak, en kesin teşhis ve tanı yöntemi, ince bağırsak biyopsisidir (Fasano ve Catassi 2012, Husby ve ark. 2012).

2.2. Glutensiz Diyet ve Gluten Kontaminasyonu

Çölyak ve diğer gluten bağlantılı hastalıklarda, tek tedavi yöntemi, glutensiz diyettir. Bireylerin tolere edebileceği kesin gluten miktarları, bireyler arasında değişkenlik göstermektedir. Bununla beraber, günümüzde “glutensiz” olarak adlandırılan ürünlerde bile gluten, tamamen yok edilememektedir. Bu nedenle, glutensiz ürünlerde, çölyaklılar için zararlı etki oluşturmeyen gluten limitlerinin belirlenmesi, çok önemlidir (Koehler ve ark. 2014).

Olası rahatsızlıklara yol açmayacak güvenli limit, günlük 10 mg’ dan az gluten alımıdır (Catassi ve ark. 2007). *Türk Gıda Kodeksi Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliğ*’ inde (Tebliğ No: 2012/4), glutensiz gıdalarda izin verilen gluten limiti, 20 ppm’ dir (Anonim 2012). İspanya, İtalya, İngiltere, Kanada ve Amerika’ da gluten limiti 20 ppm iken, Arjantin’ de 10 ppm; Avustralya, Yeni Zelanda ve Şili’ de ise 3 ppm olarak belirlenmiştir (Bascunan ve ark. 2017).

Doğru bir glutensiz diyet ile çoğu hastada semptomlar kaybolmakta ve olası komplikasyon riskleri azalmaktadır. Uygulanan tedavinin başarısız olmasının tek sebebi, glutenin, diyetten tam olarak çıkarılmamasıdır. Bu kurala tam anlamıyla uyulmaması,

morbidite ve mortalitenin artmasına neden olmaktadır (Biagi ve ark. 2009; Niewinski 2008). Tanı konmamış veya glutensiz diyetle uymayan hastalar, birçok komplikasyona (osteoporoz, kısırlık, oto-immun hastalıklar vb.) yatkındırlar. Çölyak hastalarında ve akrabalarında görülen kanserden ölüm oranındaki artış, hastalığın klinik önemini desteklemektedir (Brousse ve Meijer 2005).

Glutensiz diyetle başlanmasıyla, hastalığın belirtileri 3 ile 14 gün gibi kısa bir süre içinde gerilemeye başlamakta, ancak ince bağırsaktaki histolojik bozukluklar, birkaç aydan önce düzelmemektedir (Fry ve ark. 1973). Glutensiz diyet, mutlaka doktor ve diyetisyen kontrolünde yapılmalıdır. Ayrıca çölyak hastalarının bir çoğunda saptanan mikrobesein öğelerinin yetersizliği, malabsorbsiyona ve yeteri kadar mikrobesein alınamamasına bağlı olduğundan, glutensiz diyetin yanı sıra, bu amaçla da tedaviye başlanmalıdır (Fry ve ark. 1973, Theethira ve Dennis 2015).

Çölyaklı hastalarda; yaşam boyu sürmesi gereken “*glutensiz diyet*” uygulanmasının yanı sıra, gıdanın pişirilmesi ve hazırlanması sırasında da muhtemel kontaminasyon riskine de çok dikkat edilmelidir. Hasta ve hasta yakınları, glutensiz diyet ile hazır ve etiketsiz gıdalardaki riskler hakkında, bilgilendirilmelidir. Hastalar aşırı kalori ve yağ alımından kaçınmak amacıyla, gıda içeriklerine dikkat etmelidir. Diyetisyen kontrolü ile glutensiz diyetle adaptasyon sağlanmalı, yetişkinlerde kilo ve vitamin-mineral seviyesi takibi düzenli yapılmalı, çocuklarda ise bunların yanı sıra, büyüme ve gelişme kontrolü sağlanmalıdır (Özkaya ve Özkaya 2018).

Çölyak hastalarının, evde yemek yapımında, gıda maddeleri alışverişinde ve dışarıda yemek yerken, karşılaştıkları en önemli risk, çapraz bulaşmadır. Hasta, glutene maruz kalmamak için potansiyel çapraz bulaşmadan mümkün olduğunca kaçınmalıdır. Çölyak hastası, eğer aynı mutfağı glutenli gıda maddeleri tüketen kişilerle paylaşıyorsa, bütün glutensiz ürünlerini ayrı tutma konusunda çok titiz davranmalıdır. Kullanılan kapların ayrı tutulması, aynı çatal-kaşık ve bıçağın kullanılmaması gibi önlemlerle, kontaminasyon riskinden kaçınılmalıdır. Tezgahlar, kesme tahtaları ve fırın içleri, sık sık titizlikle temizlenmeli, hatta çölyak hastasının kendisine ait fırını olmalıdır. Kontaminasyon kaynağı yemek pişirme araçlarının da, ayrı tutulması ve özenle

temizlenmesi zorunludur. Alışveriş yaparken, açık ürün alınmamalı ve sadece glutensiz ürünlerin satıldığı özel reyonlardan, alışveriş yapılmalıdır (Ciclitira ve ark. 2005).

Gıda fabrikalarındaki gluten kontaminasyonu ise glutensiz gıdaların, glutenli gıdalarla aynı hatta ve aynı ekipmanlarla üretilmesi, paketlenmesi ve aynı yerde depolanması sonucu oluşmaktadır. Bu durumdaki glutensiz gıdaların etiketindeki katkı maddesi beyanları, yetersiz kalmaktadır. Çünkü bu gıdalardaki gluten, katkı maddesi olarak kullanılmamış olmasına rağmen, çapraz bulaşma neticesinde, gıdaya kontamine olmuştur. Bu nedenle, glutensiz gıda üreten firmalar, kontaminasyon riskinden dolayı, son ürünlerin gluten içeriklerini mutlaka saptamalıdır (See ve Murray 2006).

Çapraz bulaşmada, özellikle ortak kullanılan mutfak alanları, restoranlar, hazır-hızlı gıda üretim yerleri, oldukça riskli alanlardır. Bu nedenle restoranlardaki gıda hazırlama ekipmanları, mutfak araç-gereçleri, ayrıca açıkta satılan yiyecekler, açık kaplarda saklanan gıdalar da, gluten riski açısından mutlaka değerlendirilmelidir (See ve Murray 2006).

Codex Alimentarius' ta “*glutensiz gıdalar*” şu şekilde tanımlanmaktadır (Anonim 2008);

(A) buğday, çavdar, arpa veya bunların melezlerinin prolaminlerini içermeyen hammaddelerden üretilen ve gluten seviyesi 20 ppm' i geçmeyen veya,

(B) buğday, çavdar, arpa, yulaf, kılçıksız buğday veya bunların melezlerinden “glutensiz” olarak belirtilen bileşenleri içeren ve gluten seviyesi 20 ppm' i geçmeyen veya,

(C) A ve B deki bileşenlerden herhangi ikisinin karışımı olup, gluten seviyesi 20 ppm' i aşmayan gıdalardır.

Ülkemizde de “*Türk Gıda Kodeksi Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği*” (Tebliğ No: 2012/4) kapsamındaki, gluten intoleransı olan bireyler için üretilen gıdaların bileşimi ve etiketlenmesi, aşağıda belirtilen kurallara uygun olmalıdır (Anonim 2012):

a) Gluten intoleransı olan bireyler için üretilen, gluten seviyesini düşürmek için özel olarak işlenmiş buğday, arpa, yulaf, çavdar veya bunların melez çeşitlerinden elde edilmiş bir veya daha fazla bileşen içeren veya bunlardan oluşan, son tüketiciye sunulacak gıdada, gluten miktarı 100 mg/kg' yi aşamaz.

b) (a) bendinde belirtilen ürünlerin etiketlenmesi, reklamı ve tanıtımında “çok düşük glutenli” ibaresi kullanılır. Son tüketiciye sunulacak gıdadaki gluten seviyesinin 20 mg/kg' yi aşmaması koşuluyla, “glutensiz” ibaresi kullanılabilir.

c) Gluten intoleransı olan bireyler için üretilen gıdaların içeriğinde bulunan yulafın; buğday, arpa, çavdar veya bunların melez çeşitlerinin bulaşması önlenecek şekilde özel olarak üretilmesi, hazırlanması veya işlenmesi gerekir. Bu yulafın gluten içeriği 20 mg/kg' yi aşamaz.

ç) Son tüketiciye sunulmak üzere gluten intoleransı olan bireyler için üretilen, melez çeşitleri de dahil olmak üzere buğday, arpa, yulaf veya çavdarın yerini tutan bir veya daha fazla bileşen içeren veya bunlardan oluşan gıdada, gluten miktarı 20 mg/kg' yi aşamaz. Bu ürünlerin etiketlenmesinde, reklamında ve tanıtımında “glutensiz” ibaresi kullanılır.

d) Melez çeşitleri de dahil olmak üzere buğday, çavdar, arpa veya yulafın yerini tutan bileşenler ile gluten seviyesini düşürmek için özel işleme tabi tutulmuş buğday, çavdar, arpa, yulaf veya bunların melez çeşitlerinden yapılmış bileşenleri birlikte içeren gluten intoleransı olan bireyler için üretilen gıdalara (a), (b) ve (c) bentleri uygulanır, (ç) bendi uygulanmaz.

e) (b) ve (ç) bentlerinde yer alan “çok düşük glutenli” veya “glutensiz” ibareleri, gıdanın etiketi üzerinde, gıdanın adına yakın bir yerde bulunur.

“Glutensiz Gıdalar AOECs Standardı”nı yayımlayan **“Avrupa Çölyak Toplulukları Derneği (Association of European Coeliac Societies-AOECs)”**, glutensiz ürünler için ticari marka ile korunmakta olan ve ürünün yüksek üretim standartları ile üretildiğini ve glutensiz olduğunu garanti eden, **Çapraz Tahıl Simgesi'** nin kullanım lisansını, vermektedir (Şekil 2.1). Bu garanti, analizlerle sağlanmakta ve düzenli olarak kontrol edilmektedir (Anonim 2018b).



Şekil 2.1. Çapraz tahıl simgesi

Glutensiz ürün pazarı, önceleri sadece eczane ile sınırlıyken, günümüzde büyük ölçekli perakende satışa doğru hızla ilerlemesine rağmen, glutensiz ürün fiyatları, gluten içeren muadillerinden hala daha pahalıdır (Lambert ve Ficken 2016).

2.3. Glutensiz Bisküvi Üzerine Yapılmış Önceki Çalışmalar

Tüketime hazır atıştırmalıklar arasında bisküvi, oldukça fazla cazip özelliğe sahiptir (Tsen ve ark. 1973, Akubor 2003, Hooda ve Jood 2005). Bisküvi, hem ülkemizde hem de dünyada tüketimi oldukça yaygın olan, bir tahıl ürünüdür. Bu kadar geniş popülaritesinin nedenlerinden bazıları; yemeye hazır bir ürün olması, uygun maliyetli olması, doyurucu ve besleyici özelliğinin iyi olması, farklı tatlarda üretilebilmesi ve daha uzun raf ömrüne sahip olmasıdır (Gandhi ve ark. 2001, Sudha ve ark. 2007).

Bisküvi; yumuşak buğday unundan üretilen bir ürün olup (Claughton ve Pearce 1989); un, kabartıcı madde, şeker, şortening, emülgatör, aroma maddeleri (vanilya gibi) ve içilebilir nitelikte su ile yoğrulan hamurun, şekil verilip, bir süre dinlendirilmesi ve pişirilmesi sonucu hazırlanan, bir gıda maddesidir (Hoseney 1998).

Boyut (çap, kalınlık ve yayılma oranı), tekstür ve renk, bisküvinin üç temel kalite kriteridir. Yayılma oranı, hem kalite (Pareyt ve ark. 2009) hem de ambalajlama açısından önemlidir (Hoseney 1998). Gevreklik, bisküvinin yeme kalitesine etki eden başlıca faktör olup, tekstürel bir özelliktir. Bisküvi tekstürü, sertlik kavramı ile açıklanmakta ve sertlik, bisküvinin ısırılmasındaki kırılma gücü olarak ölçülmektedir (Chung ve ark. 2014). Tekstürün yanı sıra, renk de, bisküvinin kabul edilebilirliğindeki önemli özelliklerden bir diğeridir (Chung ve ark. 2014).

Son zamanlarda, bilgi kirliliği dolayısı ile tüketicilerin yaşam tarzı, glutenden kaçınmaları ve çölyak hastalarının sayısındaki artışla birlikte, glutensiz ürünlere talep gittikçe artmakta ve glutensiz ürünler pazarı genişlemektedir (Demirkesen 2016, Paciulli ve ark. 2018). Bununla birlikte, glutensiz ürünlerin besleyici ve duyuşal özellikleri, çölyak hastalarının talebini karşılamada yetersiz kalmaktadır (Rosell ve Matos 2015). Çölyak hastalarının beklentilerini karşılamak için yeni glutensiz ürünler geliştirmek, teknolojik bir zorluktur (Demirkesen 2016).

Buğday, buğday kepeği, çavdar, arpa ve malt, gluten içerikleri nedeni ile glutensiz gıdaların bileşimlerinde yer almamaktadır (Pietzak 2013). Günümüzde, çölyak hastalarına özel glutensiz ürünler, genellikle, gluten içermeyen pirinç, mısır, patates unu/nişastasası kullanılarak hazırlanmaktadır (Thompson, 2000). Glutensiz gıdalar, genellikle nişasta bazlı ve besleyici değeri düşük ürünler olduğundan, besin değerini artırmak amacıyla, gluten içermeyen diğer tahıllar, baklagiller, tahıl benzerleri (karabuğday, amarant ve kinoa) ve hayvansal proteinler ilave edilebilmektedir. Teknolojik kaliteyi geliştirmek amacıyla da, çeşitli hidrokolloidler, gamlar, enzimler, emülsifiyerler, süt ve süt ürünleri, yumurta ve protein konsantratları kullanılabilir (Yıldız 2012).

Glutensiz ürünlerde sıklıkla kullanılan mısır unu ve nişastasası ile pirinç unu ve nişastasası, fırın ürünlerinin üretiminde temel rol oynayan gluten proteinlerini içermemektedirler. Gluten içermeyen hammaddelerden üretilen ekmek, pasta, kek gibi ürünler, kötü dokulu, basık ve yetersiz hacimli, çabuk bayatlayan ve kolay ufalanabilir yapıdadırlar (Sivaramakrishnan ve ark. 2004). Çoğu ürün, lezzet ve tekstür açısından tüketiciler tarafından beğenilmemesine rağmen, mecburen tüketilmektedir. Bu nedenle, gluten içermeyen, besleyici ve sevilerek tüketilecek yeni ürünlerin geliştirilmesi, çeşitliliğin artırılması ve alternatiflerin yaratılması, çölyak hastaları açısından çok önemlidir.

Gluten, çoğu fırıncılık ürününün görünüşüne ve içyapısına katkıda bulunmaktadır (İşleroğlu ve ark. 2009). Mayalı unlu mamüllerin formülasyonundan glutenin çıkarılması, önemli kalite kusurlarına neden olmakta ve dolayısıyla kaliteyi artırmak için katkı maddesi kullanımını gerektirmektedir. Ancak glutensiz bisküvi üretiminde, mayalı ürünlerdeki kadar hamurda gluten ağı oluşmasına ve gelişmesine ihtiyaç

duyulmadığından, daha az katkı ve kısmen daha kolay bir yöntemle, üretim gerçekleştirilebilmektedir (Gallagher ve ark. 2004).

Schober ve ark. (2003), farklı oranlarda kahverengi pirinç unu, mısır nişastası, patates nişastası ve soya unu içeren bisküvi örneğinin, buğday unu ile hazırlanan kontrol örneğine en yakın özelliklere sahip olduğunu belirlemiştir.

Glutensiz bisküvilerin besin değerlerini artırmak amacıyla, formülasyona farklı katkıların (baklagiller, otlar, tahıl benzerleri, tohumlar) ilavesi üzerine çalışmalar yapılmıştır (Paciulli ve ark. 2018). Örneğin; glutensiz bisküvilerin protein ve lif içeriğini geliştirmek için okara (Ostermann-Porcel ve ark. 2017), antioksidan aktivite, toplam fenolik ve diyet lifi içeriğini artırmak için ise ham ve çimlenmiş amaranth (Chauhan ve ark. 2015) unu veya kazayağı (*Chenopodium album*) unu test edilmiştir (Jan ve ark. 2016). Bu hedefe ulaşmak için bal kabağı çekirdeği yağı da kullanılmıştır (Radocaj ve ark. 2017).

Glutensiz bisküvi üretiminde, patates nişastası ve mısır unu karışımının, bisküvilerin besinsel değerlerini ve beğenilirliklerini artırdığı tespit edilmiştir (Gambus ve ark. 2009).

Bir başka çalışmada pirinç unu ve mısır nişastası ana bileşenler olarak kullanılmış ve bu karışıma, farklı oranlarda hurma unu ilave edilmiştir. Hurma ununun yüksek miktarda diyet lif ve mineral içermesi nedeniyle, bisküvilerin kimyasal kompozisyonunu geliştirdiği ve %20 kullanım oranının, çölyak hastaları tarafından beğenildiği rapor edilmiştir (De Simas ve ark. 2009).

Yapılan bir diğer çalışmada, amaranth unu katkılı glutensiz bisküvilerin, makro besin içeriği açısından, geleneksel glutensiz bisküvilerden, daha üstün olduğu belirlenmiştir (De la Barca ve ark. 2010).

Darı unu ve guar gam ilavesi ile glutensiz bisküvilerin zenginleştirilmeye çalışıldığı bir çalışmada ise maksimum yayılma oranı, en yüksek diyet lif içeriği ve en iyi genel kabul edilebilirlik, %80 darı unu + %0,05 guar gam içeren örnekte tespit edilmiştir (Hathan ve Prassana 2011).

Glutensiz bisküvi üretiminde, pirinç unu ve mısır nişastasına ilave olarak, farklı oranlarda karabuğday ve lüpen unları ile sodyum stearol 2-laktilat (SSL) ve lesitin kullanıldığı diğer bir çalışmada, teknolojik ve duyuşal özellikler açısından, %10 karabuğday unu + %10 lüpen unu ve SSL+ Lesitin karışımının kullanıldığı bisküviler, başarılı bulunmuştur (Yıldız 2012).

Torbica ve ark. (2012), glutensiz bisküvi denemesinde, pirinç ununu %10, 20 ve 30 oranında karabuğday unu ile ikame etmişler ve sonuçta, karabuğday unu ikamesinin başarılı olduğunu ve %20 karabuğday unu ikameli örneğın, duyuşal olarak en çok beğenilen örnek olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada, hindistan cevizi bazlı glutensiz bisküvilerin, tekstür açısından kırılğan olması dışında, kontrol örneklerinden daha üstün özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir (Dhankhar ve Tech 2013).

Hadnadev ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada ise karabuğday ununun ve karboksimetil selülozun, glutensiz kurabiye kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Karboksimetil selüloz ve %20-30 oranında karabuğday unu içeren bisküviler, buğday unu içeren kontrol örneği ile benzer mukavemet göstermiştir.

Glutensiz bisküvi üretiminde, mısır ununun %10, 20 ve 30 oranlarında yer bademi (chufa) unu ile ikame edildiği bir çalışmada, en iyi teknolojik özelliklere sahip örnek, %20 oranında yer bademi unu ikameli glutensiz bisküvi olmuştur (Ahmed ve Hussein 2014).

Ahmed ve ark. (2014) tarafından yapılan bir diğer çalışmada, yer bademi (chufa) unu kullanarak üretilen glutensiz bisküvilerin besleyici değeri, antioksidan kapasiteleri ve duyuşal özellikleri araştırılmıştır. Yer bademi unu oranı arttıkça, glutensiz bisküvilerin antioksidan kapasite, toplam fenolik bileşen, diyet lif ve mineral madde içeriğinin de arttığı saptanmıştır.

Rai ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, pirinç, mısır, sorgum ve inci darı unu kullanılarak üretilen glutensiz bisküvilerin, kontrol örneklerinden daha zengin besin içeriğine sahip olduğu ve duyuşal değerlendirmede kontrol örneğinden daha çok beğenildiği ve tüm un içeriklerinin, glutensiz bisküvi üretimi için uygun bulunduğu bildirilmiştir.

Saric ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, yaban mersini unu ilaveli glutensiz bisküvilerin, kabul edilebilir fiziko-kimyasal ve duyuşal özelliklere sahip olduğu ve besleyici özelliklerinde de artış kaydedildiği rapor edilmiştir.

Glutensiz bisküvi formülasyonundaki pirinç ununun, %10, 20 ve 30 oranlarında karabuğday unu ile ikame edildiği bir çalışmada ise örneklerin, magnezyum, potasyum, demir ve bakır başta olmak üzere mineral madde içeriklerinde önemli ölçüde artış sağlanmış ve %20 ve 30 karabuğday unu ikameli bisküvilerin, daha yüksek antioksidan kapasiteye ve daha iyi duyuşal özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir (Sakač ve ark. 2015).

Altındağ ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada karabuğday, pirinç ve mısır unlarının glutensiz kurabiye formülasyonlarında farklı düzeylerde kullanılması ve transglütaminazın (TG) kalite üzerine etkisi araştırılmış ve TG' ın bisküvilerin tekstür özellikleri üzerine, önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Yapılan bir diğer çalışmada, manyok unu, pirinç unu, ekstrüde soya proteini ve bal kabağı unu ile üretilen glutensiz bisküvilerde, soya proteini oranı attıkça, protein, yağ, diyet lif, β -karoten ve A vitamini içeriğinin de arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, duyuşal ve tekstür özellikleri açısından, %20 oranında ekstrüde soya proteini içeren örneğin, diğer örneklerden, daha iyi olduğu saptanmıştır (Aly ve Seleem 2015).

Glutensiz bisküvi formülasyonunda kinoa kullanım olanaklarının araştırıldığı çalışmada ise farklı kombinasyonlarda, kinoa unu, kinoa gevreği ve mısır nişastası kullanılmıştır. %30 kinoa unu, %25 kinoa gevreği ve %45 mısır nişastası içeren glutensiz bisküvi, renk, sertlik, özgül hacim ve duyuşal özellikler açısından, en iyi sonucu vermiştir. Kinoa esaslı bu bisküvi, esansiyel amino asit, linolenik asit ve diyet lif bakımından da zengin bulunmuştur (Brito ve ark. 2015).

Chauhan ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada, glutensiz bisküvi üretiminde ham ve çimlenmiş amaranth ununu kullanılmış ve çimlenmiş amaranth unu içeren bisküviler, en yüksek antioksidan aktivite ve toplam diyet lif içeriğine sahip bulunmuştur.

Glutensiz bisküvi üretiminde diyet lif kaynağı olarak farklı oranlarda yulaf unu ve kepeğinin kullanıldığı bir çalışmada ise yulaf kepeğinin, glutensiz bisküvilerin besleyici özelliklerini arttırdığı tespit edilmiştir (Duta ve Culetu 2015).

Filipčev ve ark. (2015), glutensiz bisküvi üretiminde, formülasyondaki mısır nişastası ve pirinç ununa ilaveten, %10-50 oranlarında sıvı ve kurutulmuş pancar pekmezi kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, pancar pekmezinin sıvı ve kurutulmuş her iki formu da, glutensiz bisküvide uygulanabilir bulunmuştur.

Mancebo ve ark. (2015), glutensiz bisküvi formülasyonunda, sarı mısır, pişirilmiş sarı mısır, karabuğday, tef ve kısa taneli ve iri taneli pirinçlerden elde edilmiş pirinç unlarını kullanmışlardır. İri taneli pirinçten elde edilmiş pirinç unu, bisküvide yayılma oranını artırırken, son üründe daha koyu renk ve daha yumuşak bir yapı oluşumuna neden olmuştur. Diğer unlar ise daha düşük bir yayılma oranına ve daha sert bir yapıya sebep olmuştur. Tüm un çeşitleri, bisküvide kabul edilebilir duyu özellikler sağlamıştır.

Yapılan bir başka çalışmada, kestane unu bazlı glutensiz bisküvi formülasyonuna, peynir altı suyu protein konsantresi ve patates nişastası ilave edilmiştir. Sertlik, kırılma, yayılma oranı ve genel kabul edilebilirlik açısından, örneklerin kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir (Sarabhai ve Prabhasankar 2015a).

Sarabhai ve ark. (2015b), yaptıkları bir çalışmada, pirinç unu içeren glutensiz bisküvilerde %5, 7,5 ve 10 oranında soya protein izolatı, peynir altı suyu konsantresi ile %0,5 oranında gliserol monostearat (GMS), sodyum stearoil-2-laktilat (SSL) ve lesitin (LES) kullanımının, glutensiz bisküvinin reolojik, duyu ve tekstürel özellikleri üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. %7,5 soya protein izolatı ve peynir altı suyu konsantresi ve %0,5 GMS ilavesinin, bisküvi kalite özelliklerini artırdığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar, tüm üretim aşamalarında, gluten seviyesinin limitler içinde olduğunu, ELISA kiti ile yapılan gluten varlığı analiziyle doğrulamış ve bisküvilerin, çölyak hastaları için tüketilebilir olduğunu da kanıtlamışlardır.

Yapılan bir diğerk çalışmada, karabuğday unu, guar gam, akasya unu, ksantan gam ve kitre gamı ile üretilen glutensiz bisküvilerin, kalite özellikleri incelenmiştir. Duyusal analizlerde, karabuğday unu içeren bisküviler, kontrolden daha az beğenilirken, gam ilaveli örnekler, nispeten daha fazla beğeni almıştır. Bisküvi rengi, görünüşü, tadı ve genel kabul edilebilirliği açısından önemli bir iyileşmenin sağlandığı örnek ise ksantan gam ilaveli glutensiz bisküvi örneği olmuştur (Kaur ve ark. 2015).

Demirkese (2016) tarafından yapılan glutensiz bisküvi çalışmasında, farklı oranlarda kullanılan kestane ve pirinç ununun, hamurun reolojik özellikleri ve bisküvi kalite parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. %40 kestane unu ikameli glutensiz bisküvi örneklerinin, duyusal değerlendirmede, en iyi puanları aldığı tespit edilmiştir.

Patates cipsi proses atığı olan asidifiye edilmiş kurutulmuş sulandırılmış patates posasının, pirinç unu yerine kullanıldığı glutensiz bisküvi üretiminde, %80 oranında patates posası ikameli örnekler, duyusal, fiziksel ve mikrobiyel özellikler açısından, en iyi formulasyon olarak belirlenmiştir (Rodrigues Batista ve ark. 2016).

Gerzhova ve ark. (2016) tarafından yapılan bir başka çalışmada, pirinç ve karabuğday unu karışımı ile üretilen glutensiz bisküvilere, ekstrakte kanola proteini ilave edilmiş ve bisküvilerin fiziksel ve tekstür özelliklerini önemli ölçüde etkilediği ve bisküvi sertliğini azalttığı tespit edilmiştir.

Bir diğerk çalışmada ise glutensiz bisküvi üretiminde, mısır unu, değişen oranlarda meşe palamudu unu ve kenevir unu ile ikame edilmiş ve elde edilen bisküvilerin toplam diyet lif ve fenolik madde içeriğinde artış sağlanmıştır. Duyusal değerlendirmede, en fazla kontrol örneği beğenilirken, %20 ve %40 meşe palamudu unu ilaveli örnekler ise kontrole yakın beğeni almıştır (Korus ve ark. 2017).

Özkaya ve ark. (2017), iğde, dut ve badem unu karışımları ile glutensiz kurabiye üretmiş ve badem unu ilaveli kurabiyeler, tadımcılar tarafından en fazla beğenilmiştir.

Bir başka glutensiz bisküvi çalışmasında, yüksek besin değerine sahip, bir baklagil türü olan ahıpa (*Pachyrhizus ahıpa*) unu ve manyok unu kullanılmıştır. Her iki unu içeren bisküviler, duyusal olarak, sadece mısır nişastası içeren kontrol örneğinden, daha çok beğenilmiş, kalite özellikleri ve kimyasal bileşim açısından da, daha iyi değerler elde

edilmiştir. Sonuç olarak, glutensiz bisküvi üretiminde, mısır nişastasının, ahıpa unu ile ikame edilebileceği rapor edilmiştir (Doporto ve ark. 2017).

Ostermann-Porcel ve ark. (2017) tarafından yapılmış bir çalışmada ise glutensiz bisküvi formülasyonlarına, besleyici ve fonksiyonel özellikleri arttırmak amacıyla, değişik oranlarında soya sütü, soya küspesi unu ve manyok unu ilave edilmiştir. Özellikle soya küspesi unu, bisküvilerin protein ve lif içeriğini arttırmıştır. Bu sayede, atık bir ürüne (soya küspesine) katma değer sağlanması, fonksiyonel özelliklere sahip, duyuşal özellikleri kabul edilebilir nitelikte olan, kalite ve besinsel özellikleri artırılmış, yeni bir ürünün geliştirilmiş olması da, önemli bir sonuç olarak değerlendirilmiştir.

Glutensiz bisküvi formülasyonlarında %50-100 oranında kestane ununun ilave edildiği bir başka çalışmada, bisküvinin organoleptik ve kalite özelliklerinin geliştiği ve %50 kestane unu içeren örneğin, en iyi kaliteye ve raf ömrüne sahip olduğu bildirilmiştir (Paciulli ve ark. 2018).

Yapılan bir diğerk çalışmada ise besleyici değeri arttırmak amacıyla, glutensiz bisküvilerin formülasyonundaki pirinç unu, değişik oranlarda yonca tohumu unu ile ikame edilmiştir. Yonca tohumu unu oranı arttıkça, bisküvilerin protein, diyet lif, çoklu doymamış yağ asidi, toplam n-3 ve n-6 yağ asidi içeriği de artmıştır. Duyusal değerlendirmede bu bisküviler, kontrol örneği kadar beğenilmemiş, ancak tüketilebilir olduğu rapor edilmiştir (Giuberti ve ark. 2018).

Suliaman ve ark. (2019) tarafından yapılan glutensiz bisküvi çalışmasında, *Agaricus bisporus*' un fermente edilmiş ve edilmemiş unları kullanılmıştır. Bu mantar unlarının ilavesi ile bisküvilerin protein, diyet lif, amino asitler ve mineral maddeler açısından zenginleştiği ve duyuşal olarak kabul edilebilir özelliklere sahip oldukları, rapor edilmiştir.

2.4. Glutensiz Bisküvi Üretiminde Kullanılan Bazı Temel Hammaddeler

2.4.1. Pirinç unu

Pirinç, neredeyse her kıtada yetişebildiğinden, dünya nüfusunun başlıca temel gıda maddelerinden biridir (Özer ve Tuncel 2016) ve dünyadaki gıda ihtiyacının %20' sini karşılamaktadır (Osella ve ark. 2014).

Pirinç, protein, mineraller (demir, fosfor, potasyum vb) ve tiamin, riboflavin ve niasin başta olmak üzere B vitaminlerinin kaynağıdır ve kolesterol içermez (Champagne ve ark. 2004). Pirincin glutamik ve aspartik asit içeriği yüksektir, buğday proteinine göre daha yüksek lizin içeriğine ve daha dengeli aminoasit profiline sahiptir (Torbica ve ark. 2012). Pirincin prolamin içeriği düşük, glutelin konsantrasyonu ise yüksektir, bu nedenle de tahıllar arasında önemli bir yere sahiptir (Hamaker 1994, Lasztity 1999, Osella ve ark. 2014).

Pirinç; gluten içermez, beyaz renklidir, yumuşak bir tada sahiptir, sodyum seviyesi düşüktür, yüksek oranda kolay sindirilebilir karbonhidrat içerir ve hipoalerjenik özelliğe sahiptir. Tüm bu özellikleri sayesinde de, özellikle pirinç unu, glutensiz ürünlerin en çok tercih edilen hammaddesi konumundadır (Gujral ve ark. 2003, Gujral ve Rosell 2004, Lopez ve ark. 2004) ve çölyak hastalarına, güvenli bir gıda olarak önerilmektedir (Fernandes ve ark. 2013). Bu nedenle de pirinç ununun glutensiz ürünlerde hammadde olarak kullanımı, gittikçe yaygınlaşmıştır (Özer ve Tuncel 2016).

Glutensiz fırıncılık ürünlerinin üretiminde, yapı ve lezzeti geliştirmek amacıyla buğday unu yerine sıklıkla, pirinç unu, pirinç kepeği ve kahverengi pirinç unu kullanılmaktadır. Son zamanlarda yapılan araştırmalar, özellikle pirinç ve pirinç yan ürünlerinin, nişastalar (mısır nişastası, pirinç nişastası, patates nişastası) ve hidrokolloidlerle (guar gam, ksantan gam, hidroksi propil metil selüloz) kombinasyonlarının, glutensiz gıdalardaki uygulamaları üzerine yoğunlaşmıştır (Özer ve Tuncel 2016).

Yapılan birçok çalışmada, pirinç unu farklı katkılarla ikame edilmek suretiyle, yeni glutensiz ürün formülasyonları geliştirilmeye ve alternatifler yaratılmaya çalışılmaktadır. Bu tez çalışmasında da, çölyak hastalarının tüketimlerine uygun, yeni glutensiz bisküvi

formülasyonlarının geliştirilmesi amacıyla, pirinç ununun, kestane ve keçiboynuzu unu ile ikame edilmesi olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır.

2.4.2. Keçiboynuzu unu

Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.), *Leguminosae* (Fabaceae-Baklagiller) familyasının, *Caesalpinaceae* alt familyasına ait bir bitkidir (Turhan ve ark. 2007). Keçiboynuzu özellikle İspanya, İtalya, Fas, Portekiz, Yunanistan, Kıbrıs ve Türkiye gibi Akdeniz iklimine sahip ülkelerde yetişmektedir (Battle ve ark. 1997). Ayrıca Amerika, Meksika ve Güney Avustralya’ da da yetiştirilmeye başlanmıştır (Şahin ve ark. 2009). Ülkemizde ise, İzmir Urla’ dan, Hatay’ ın Samandağ ilçesine kadar olan, kıyı şeridinde yetişmektedir (Pekmezci ve ark. 2008).

Keçiboynuzu, kahverengi, 10-30 cm boyunda, 1,5-3,5 cm genişliğinde ve 1 cm kalınlığında, uzun ve basık formda, düz ya da az eğimli yapıda bir meyvedir (Battle ve Tous 1997, Ayaz ve ark. 2007) (Şekil 2.2). Keçiboynuzu genel olarak %90 meyve eti ve %10 çekirdekten oluşur. Bitkinin türüne, yetiştiği bölgeye ve hasat dönemine bağlı olarak kimyasal bileşimi, değişiklik göstermektedir (Karamanoğlu 2016).

Keçiboynuzu kuru madde üzerinden ortalama %50-60 şeker içerir, bunun ortalama %35’ i sakaroz, %7-9’ u glikoz, %0,1-12’ si ise fruktozdur. Ayrıca keçiboynuzu %25 civarında diyet lif, %4 protein ve %0,7 yağ içeriğine sahiptir (Pazır ve Alper 2016).

Keçiboynuzu yüksek şeker içeriği nedeniyle, tarih boyunca, özellikle de ilk çağlarda çocuklar için şeker, savaş ve kıtlık zamanlarında ise gıda olarak kullanılmıştır (Owen ve ark. 2003).



Şekil 2.2. Keçiboynuzu (*Ceratonia*) ve unu

Yüksek şeker, zengin mineral madde ve vitamin (A, B1, B2, B3, B5, B6, B12, C, D, E) içeriği dolayısıyla, keçiboynuzu doğal bir güç ve besin kaynağı olarak kabul edilir (Owen ve ark. 2003, İpumbu 2008). Keçiboynuzu meyvesi, özellikle potasyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor, sodyum, selenyum, demir ve bakır içeriği bakımından oldukça zengindir. Keçiboynuzu bileşiminde en fazla oranda bulunan potasyum, insanlarda kalp ve damar hastalıkları ve inme vakası riskini düşürmektedir (Pazır ve Alper 2016).

Keçiboynuzu meyvesi, yüksek miktardaki çözünmeyen diyet lif ve polifenol (taninler) içeriği (Zunft ve ark. 2003), aspartik asit, glutamik asit, alanin, valin gibi önemli aminoasit içeriği (Turhan 2005, Ayaz ve ark. 2007), düşük yağ ve sodyum içeriğinden dolayı, sağlıklı gıda olarak değerlendirilmektedir (İpumbu 2008). Keçiboynuzu, mirisetin, kuersetin, metil gallat, sinamik asit ve gallik asit gibi çok çeşitli fenolik bileşenleri de içermektedir (Pazır ve Alper 2016).

Diyet liflerinin, tek başına veya bir gıdaya katılarak kullanılması durumunda, sindirimi kolaylaştırma, kandaki kolestrolu ve glikoz seviyesini azaltma gibi, çeşitli fizyolojik etkiler gösterdiği bilinmekte olup, kansere karşı koruyucu potansiyele sahip olabileceği, özellikle sindirim sisteminde etkili oldukları düşünülmektedir (Owen ve ark. 2003). Diğer yandan antioksidan etkisi kanıtlanmış olan polifenoller de, birçok hastalığa (kardiyovasküler, nöronal vs.) karşı koruma sağlamaktadır (Sakakibara ve ark. 2003, Ortega ve ark. 2011).

Keçiboynuzu meyvesinin içerdiği biyoaktif bileşenlerden biri de, D-pinitol' dür. Keçiboynuzundaki D-pinitol miktarı, kuru maddede %10-11 civarında olduğundan, keçiboynuzu D-pinitol' ün önemli bir kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Keçiboynuzundan ekstrakte edilen D-pinitol ile çeşitli gıda takviyeleri ve ilaçlar üretilmektedir. D-pinitol, insan metabolizmasında insülin gibi davranarak, kan glikozunu düşürüp, dengeleme özelliğine sahiptir, bu nedenle de diyabet hastaları için son derece önemlidir (Pazır ve Alper 2016).

Keçiboynuzu Türkiye' de genellikle çerez olarak tüketilmekte, un haline getirilerek katkı maddesi olarak kullanılmakta veya pekmez üretiminde değerlendirilmektedir. Çoğunlukla üretildiği bölgelerde tüketilen keçiboynuzu, pekmez ve un olarak işlenmeye başlanmasıyla, tüm ülkede tüketimi yaygınlaşmıştır (Aydın 2012). Keçiboynuzu meyvesi, şeker kamışından daha çok şeker içermektedir. Bundan dolayı da özellikle pekmez üretiminde yoğun olarak kullanılmaktadır (Batu ve ark. 2007).

Keçiboynuzu unu, insan tüketiminde önemli bir ürün olup, keçiboynuzu pulpundan elde edilmektedir (Şahin ve ark. 2009). Elde edilen bu un, farklı gıdalarda katkı olarak kullanılabilir gibi, sakaroz ve keçiboynuzu lifi gibi daha spesifik maddelere de dönüştürülebilmektedir (Aydın 2012). Keçiboynuzu unu, gıda endüstrisinde şekerleme, içecek, tatlı bar ve dondurmada katkı olarak kullanılırken (İpumbu 2008), bisküvi, kek, ekmekte de daha sağlıklı ve fonksiyonel ürün formülasyonlarının geliştirilmesinde, yaygın olarak kullanılmaktadır (Ortega ve ark. 2011).

Keçiboynuzu unu, tadı ve çikolataya olan benzerliğinden dolayı, sıklıkla kakao ikamesi olarak tercih edilmeye başlanmıştır (Baumgartner ve ark. 1988). Yapılan bir çalışmada, kavrulmuş keçiboynuzu ununun ve kakaonun renk değerlerinin birbirine yakın olduğu bildirilmiş ve bundan dolayı da birçok gıdada kakaonun %25' ine kadar keçiboynuzu katkısının fark edilemeyebileceği rapor edilmiştir. Ayrıca araştırmacılar, keçiboynuzu ununun şeker içeriğinin kakaonunkinden yaklaşık 20 kat daha fazla olduğunu, bunun da bazı gıdalardaki tatlandırıcı miktarının azaltılabilmesine imkan sağladığını bildirmişlerdir (Yousif ve Alghzawi 2000).

Keçiboynuzu gamı (Locust bean gam), keçiboynuzu tohumlarının endospermelerinin öğütülmesi ile elde edilir (Rol 1973). Keçiboynuzu gamı, glikozidik bağlarla bağlı,

galaktopiranoz ve mannopiranoz birimlerini içeren, yüksek molekül ağırlıklı hidrokolloidal polisakkaritlerden (galaktomannan) oluşmaktadır. E410 kodu ile gösterilen keçiyoynuzu gamı, insan kullanımı için uygun kabul edilebilen, kıvam artırıcı bir gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Demirtaş 2007). Oda sıcaklığında kısmi olarak çözünen keçiyoynuzu gamının çözünürlüğü, sıcaklık yükseldikçe, artmaktadır. Sıcaklığın sonradan düşürülmesi ise çözünürlüğünü azaltmamaktadır. Düşük konsantrasyonlarda bile viskoz çözeltiler oluşturabilme özelliğinden dolayı, gıda sanayinde sıklıkla tercih edilmektedir (Altuğ 2006). Keçiyoynuzu gamı, viskoz yapı, emülsiyon oluşturabilme ve dispersiyonu stabilize etme yeteneğine sahip olması nedeniyle, gıdalarda kalınlaştırıcı ajan olarak da kullanılabilir (Rizzo ve ark. 2004).

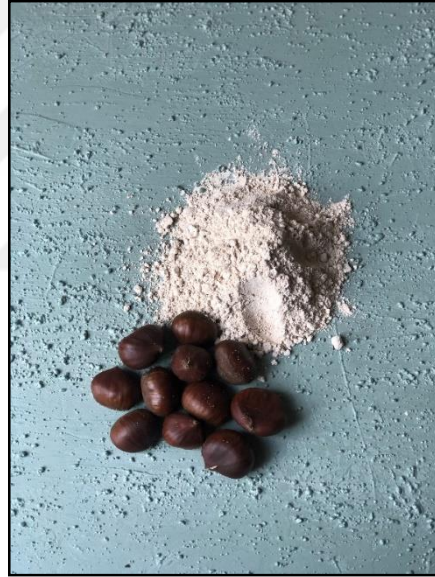
Keçiyoynuzu gamı, dondurmanın erime hızını yavaşlatıp, depolama özelliklerini geliştirmektedir. Ayrıca, keçiyoynuzu gamı sadece kritik yüksek sıcaklıklarda tam olarak çözünebilme ve koyulaşabilme özelliğine sahip olduğundan, hazır çorbaların da önemli bir bileşenidir. Diğer kullanım alanları ise fırıncılık ürünleri, pasta dolguları, tatlılar, içecekler, şekerlemeler, diyet gıdalar, dondurma, yumuşak peynirler ve diğer sütçülük ürünleridir (Ahraz 2003).

Keçiyoynuzu, guar ve tara tohumlarından ekstrakte edilen galaktomannanların bazı çözelti özelliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, keçiyoynuzundan elde edilen galaktomannan çözeltilisinin, daha yüksek viskoziteye sahip olduğu tespit edilmiştir (Andrade ve ark. 1999).

Guar gamı, tara gamı ve keçiyoynuzu gamlarının, buğday nişastasının jelleşme ve retrogradasyon özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, keçiyoynuzu gamı ile buğday nişastası karışımının, en iyi jelleşme özelliği gösterdiği saptanmıştır (Funami ve ark. 2005).

2.4.3. Kestane unu

Kestane ağacı, kayıngiller (*Fagaceae*) familyasının *Castanea* cinsine dahil olup, Kuzey Yarımkürenin tüm ılıman bölgelerinde yetişebilmektedir (Yurdakul 2008). Kestanenin bilinen 13 önemli kültür türü, Asya, Güney Avrupa ve Kuzey Amerika olmak üzere 3 ana bölgede yetişmektedir (Koyuncu ve ark. 2004). *Castanea sativa* Mill. türü, ülkemizin de dahil olduğu Akdeniz havzasındaki ülkelerde yetişen, önemli bir kestane türüdür (Candemir 2011). *Castanea sativa* Mill., Kuzey Anadolu' nun dağ ormanlarında doğal olarak yetişmektedir. Kestane, Marmara bölgesinin çeşitli yörelerinde, özellikle de Bursa civarında meyveleri için kültür yetiştiriciliği oldukça ileri düzeyde olan, 25-30 m boylanabilen, sosyal ve ekonomik önemi yüksek bir bitkidir (Seferoğlu 2012, Kendir ve ark. 2016).



Şekil 2.3. Kestane (*Castanea sativa*) ve unu

Kestane genellikle sofralık ya da işlenmiş şekilde tüketilmekte olup, gıda sanayiinde kestane meyvesinden, şekerleme, reçel, çocuk maması ve un üretilmektedir. Türkiye' de genellikle şekerleme olarak işlenmekte olan kestane, Avrupa ülkelerinde ilaç sanayiinde, bebek maması, şekerleme, jöle ve kestane hamuru üretiminde de kullanılmaktadır (Anonim 2000, Karahocagil ve Tosun 2004, Soylu 2004, Korel ve Balaban 2006).

Kestane, kimyasal bileşimi ve nem oranı açısından, diğer sert kabuklu meyvelerden oldukça farklıdır. Yeme olgunluğundaki taze kestane, başta nişasta ve çeşitli şekerler

olmak üzere, iyi kalitede sindirilebilen lifli maddeler, protein, düşük miktarda yağ, çeşitli mineral maddeler, B1, B2 ve C vitaminlerini içerir. Kestane, gluten içermez (Yurdakul 2008). Kestanenin içerdiği besin öğeleri, tür, çeşit ve yetiştiği ekolojik şartlara göre değişmektedir (Sacchetti ve ark. 2004).

Kestane unu, esansiyel amino asitlerce zengin (4-7 g/100 g) yüksek kaliteli proteinlere (30-50 g/100 g) sahiptir, nispeten yüksek miktarda şeker (20-30 g/100 g), nişasta (50-60 g/100 g), diyet lifi (4-10 g/100 g) ve çoğunlukla doymamış yağ asitlerinden oluşan düşük miktarda yağ (2-4 g/100 g) içermektedir (Dall' Asta ve ark. 2013). Kestanenin bileşimindeki nişasta, kestanenin pişirilmesinde ve meyveye özgü lezzet oluşumunda önemli role sahiptir (Yurdakul 2008). Ayrıca, kestane, fenolik bileşikler, mineraller ve vitaminler (özellikle B grubu ve E) için iyi bir kaynaktır (De Vasconcelos ve ark. 2010). Bunlara ilaveten, özel kompozisyonu nedeniyle, kestane unu, glutensiz unlu mamullerde, renk ve aromayı arttırmaya da katkıda bulunabilmektedir (Rinaldi ve ark. 2017). Tüm bu beslenme ve sağlık yararları nedeniyle, kestane (*Castanea sativa* Mill.) ununun, unlu mamullerde kullanımına duyulan ilgi, gün geçtikçe artmaktadır (Chenlo ve ark. 2007, Sacchetti ve ark. 2004).

Bileşimindeki lifli maddeler, kestanenin yapısını oluşturan polisakkaritlerdir. Yeme olgunluğundaki taze kestanede, ortalama 8-10 g/100 g lifli madde bulunmaktadır (Yurdakul 2008). Diyet lifin çoğunluğu, vücut tarafından sindirilmemekte, ancak bağırsak florasının gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Diyet lif, bağırsak hareketlerini hızlandırarak, kabızlığı önlemekte, böylece zararlı maddeler uzun süre bağırsaklarda kalmadan, atılabilmektedir. Diyet lifin bir diğer olumlu etkisi de kandaki kolesterol seviyesini düşürmesidir. Bu özellikleri nedeniyle, Amerikan Kalp ve Kanseri Birlikleri, kalp-damar ve kanser hastalıkları riskinin azaltılması için kişilerin diyetlerinde kestaneye yer vermesi gerektiğini bildirmektedirler (Candemir 2011).

Kestane, tahıllardan daha düşük oranda protein içermesine rağmen, esansiyel aminoasit bileşimi, kendine özgüdür (Sacchetti 2004, Dall' Asta ve ark. 2013). Kestane proteini, triptofan, lizin, metiyonin ve sistin içermektedir (Yurdakul 2008).

Kestanenin yağ içeriği oldukça düşük olup, doymamış yağ asidi içeriği ise yüksektir. Kestane yağının bileşiminde, %28,2 linoleik asit ve %2,6 linolenik asit bulunmaktadır.

Bu yağ asitleri, yetişkinlerde kalp hastalıklarının önlenmesinde, çocuklarda ise retinanın gelişmesinde önemli rol oynamaktadır (Selek 2011).

Kestane meyvesi, başta potasyum olmak üzere, kalsiyum, fosfor, magnezyum ve kükürt gibi makro elementler ile demir, bakır, çinko ve manganez gibi önemli mikro elementleri de içermektedir. Kestanenin mineral madde kompozisyonunda potasyum (ortalama 500 mg/100 g), ön plana çıkmaktadır. Potasyum, sinir ve kas sistemi fonksiyonları (özellikle kalp kasları) üzerine etkilidir (Yurdakul 2008), ayrıca potasyumun diüretik etkisi de bulunmaktadır (Selek 2011).

Ayrıca kestane; ceviz, fındık ve badem gibi yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğundan, fonksiyonel bir gıda olarak kabul görmektedir (Ferreira Cardoso ve ark. 1993, Senter ve ark. 1994, dok Borges ve ark. 2008).

Kestane unu, hiçbir katkı maddesi ilave edilmeksizin, kestanenin kurutulup ufalanması ile elde edilen ve doğal olarak glutensiz olan, bir un çeşididir (Seferoğlu 2012). Doğal olarak glutensiz olan kestane unu, çölyak hastalarının tüketimi için unlu mamullerin kalitesini arttırmak amacıyla, sıklıkla tavsiye edilmektedir. Bu konudaki en fazla çalışma, ekmek üretimine yöneliktir (Dall' Asta ve ark. 2013, Demirkese ve ark. 2010, Paciulli ve ark. 2016).

Kestane unu glutensiz olduğundan, diyet lif ve B vitamini içeriği genellikle düşük olan glutensiz ekmeklerin, besinsel profilini iyileştirmeye de, katkıda bulunabilir (Maroni ve ark. 2009).

Demirkese ve ark. (2010) kestane ununun, glutensiz pirinç ekmeği formülüne etkisini değerlendirmiş ve optimum kestane unu oranını, %30 bulmuşlardır.

Dall' Asta ve ark. (2013), ekmeğe ilave edilen kestane unu içeriği ile orantılı olarak antioksidan kapasitenin arttığını tespit etmişler ve yüksek oranda kestane unu içeren (fonksiyonel oran 50/50) bir "fonksiyonel ekmek" formüle edilebileceğini rapor etmişlerdir. Ayrıca, kestane unu ilaveli ekmekte, buğday unu ekmeğine göre, daha zengin bir uçucu profil (özellikle de furanlarda ve fenolik bileşiklerde belirgin bir artış) saptamışlar ve furan ve fenolik bileşiklerin ürüne verdiği karakteristik lezzetin, tüketici tercihlerine katkı yaptığını bildirmişlerdir.

Paciulli ve ark. (2016) tarafından yapılan bir diğerk glutensiz ekmek denemesinde, kestane unu ilavesi, ekmek renginin esmerleşmesine, ekmek içi gözenek büyüklüğünde artışa, düşük somun hacmine neden olmuştur. Buna karşın, kestane unu ilavesi, diyet lif miktarında ve antioksidan aktivitede ise artış sağlamıştır.

Aguilar ve ark. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, kestane unu ekşi maya formülüne ilave edildikten sonra, spontan fermantasyona bırakılmış ve daha sonra, glutensiz ekmek üretiminde kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, spontan fermentasyona tabi tutulan kestane unu ekşi hamurunun, glutensiz kestane unlu ekmek özelliklerinin iyileştirilmesine katkıda bulunabileceğini göstermiştir. Ancak, kestane unlu ekşi maya, muhtemelen maya fermentasyonunun neden olduğu, kestane ununun karakteristik tatlı tadındaki azalma nedeniyle, tüketicilerin tercihlerini olumsuz yönde etkilemiştir.

Sacchetti ve ark. (2004) ise atıştırmalık benzeri ürünlerde, kestane unu kullanımının, beklenen özellikleri gösteremediğini ortaya koymuşlardır.

Kestane ununun bisküvi üzerindeki etkisi, normal buğday unlu bisküvide (Dokic ve ark. 2014, Hegazy ve ark. 2014) ve yağı azaltılmış bisküvide (İnkaya ve ark. 2009) araştırılmıştır.

Şimdiye kadar sadece iki çalışmada, kestane unu, glutensiz bisküvide kullanılmıştır. Bunlardan ilkinde, Demirkese (2016), glutensiz bisküvi formülasyonunda, pirinç ununu, değişik oranlarda kestane unu ile ikame etmiştir. Söz konusu çalışmada, kestane ununun bisküvilerin rengini koyulaştırdığı, duyuşal değerlendirmede ise tüketiciler tarafından en çok tercih edilen örneğin, pirinç ununun kestane unu ile %40 oranında ikame edildiği örnek olduğu ve daha yüksek ikame seviyelerinin, bisküvilerin duyuşal puanlarını düşürdüğünü, bildirilmiştir.

Diğerkinde ise Paciulli ve ark. (2018), farklı kestane unu seviyelerinin (0, 500, 800, 1000 g/kg) glutensiz bisküvi formülasyonlarındaki etkisini, 60 günlük bir depolama süresince değerlendirmişlerdir. Sıfırıncı günde, en yüksek kestane unu içeriğine (1000 ve 800 g/kg) sahip olan bisküvilerin, en yüksek sertlik değerlerini verdiği tespit edilmiştir. Araştırmacılar, depolama sırasında sertlik değerlerinin arttığını, ancak yalnızca 1000 g/kg kestane unu ile üretilen örneklerin sertlik değerlerinin sabit kaldığını bildirmişlerdir.

Ek olarak, kestane unu ile üretilen glutensiz bisküvilerin daha koyu renkli ve muhtemelen kestane içinde mevcut olan antioksidanlarla ilişkili olarak, daha yüksek oksidatif stabilite değerlerine sahip olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, kestane ununun, glutensiz bisküvilerin teknolojik ve organoleptik kalitesini arttırdığı ve özellikle 500 g/kg kestane unu ikamesi ile üretilen bisküvilerin kalite ve depolama stabilitesi arasındaki ilişkinin en iyisi olduğu rapor edilmiştir.

Bu alandaki literatüre katkı sağlamak amacıyla, bu çalışmada, pirinç unu bazlı glutensiz bisküvi üretimleri, kestane ve keçiyoynuzu unu ikameleri gerçekleştirilmiş ve bisküvilerde meydana gelen temel değişiklikler değerlendirilmiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

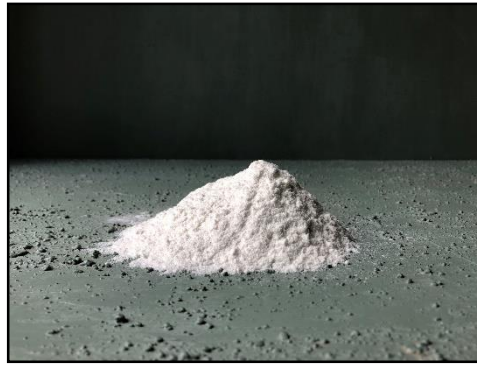
Bu çalışmada, bisküvi üretimlerinde piyasadan satın alınan keçiyoynuzu unu, kestane unu ve pirinç unu kullanılmıştır. Bisküvi formülasyonunda yer alan diğer bileşenler (pudra şekeri, esmer şeker, yüksek fruktozlu mısır şurubu (YFMSŞ), yağsız süt tozu, tarçın, tuz, sodyum bikarbonat, amonyum bikarbonat, şortening ve su) de piyasadan temin edilmiştir (Şekil 3.1, 3.2, 3.3).



Şekil 3.1. Kestane unu



Şekil 3.2. Keçiyoynuzu unu



Şekil 3.3. Pirinç unu

3.2. Yöntemler

3.2.1 Keçiboynuzu, kestane ve pirinç unu analizleri

Nem miktarı tayini

Nem miktarı, AOAC Metot No: 925.40' a göre belirlenmiştir (Anonim 1990).

Kül miktarı tayini

Toplam kül miktarı, AOAC Metot No: 923.03' e göre belirlenmiştir (Anonim 1990). Kül miktarı, kuru madde üzerinden hesaplanmıştır.

Protein miktarı tayini

Ham protein miktarı, AOAC Metot No: 920.152' e göre belirlenmiştir (Anonim 1990). Protein miktarı, kuru madde üzerinden hesaplanmıştır.

Yağ miktarı tayini

Ham yağ miktarı, AOAC Metot No: 920.39' a göre belirlenmiştir (Anonim 1990). Yağ miktarı, kuru madde üzerinden hesaplanmıştır.

ELISA yöntemi ile gluten varlığı tayini

Gluten varlığı, ELISA immünolojik yöntemiyle, gliadin alerjen test kiti kullanılarak (AOAC Metot No: 2015.05) belirlenmiştir (Anonim 2015).

3.2.2. Bisküvi üretimi

Tel keski bisküvi üretiminde, AACCI Metot No: 10.54 uygulanmıştır (Anonim 1995). Üretilen bisküvilerin formülasyonları Çizelge 3.1' de verilmiştir. Glutensiz bisküvi üretiminde, hammadde olarak pirinç unu kullanılmış ve pirinç unu ile yer değiştirme esasına göre, %0, 20, 40 ve 60 oranlarında keçiyoynuzu unu (KBU) veya kestane unu (KU) ilave edilmiştir.

Çizelge 3.1. Bisküvi formülasyonları

| Bileşenler (g) ¹ | Kontrol | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|
| Pirinç unu (PU) | 100 | 80 | 60 | 40 | 80 | 60 | 40 |
| Keçiyoynuzu unu (KBU) | 0 | 20 | 40 | 60 | 0 | 0 | 0 |
| Kestane unu (KU) | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 40 | 60 |
| Şortening | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Pudra şekeri | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Esmer şeker | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| YFMŞ ² | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| Yağsız süt tozu | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| Tuz | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 |
| Tarçın | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| Sodyumbikarbonat | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| Amonyumbikarbonat | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Deiyonize su | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |

¹ Bileşenler 21±1 °C; ² YFMŞ: Yüksek fruktozlu mısır şurubu

Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen bisküvi üretim aşamaları, Şekil 3.4' te verilmiştir. Çizelge 3.1' de görüldüğü gibi 7 farklı formülasyon uygulanarak, 7 çeşit bisküvi hazırlanmıştır. Un ve amonyum bikarbonat dışındaki diğer kuru bileşenler, bir kaptan homojen şekilde karıştırılmıştır.

Hazırlanan homojen haldeki kuru karışım ile şortening, hamur yoğurma makinesine aktararak, her 1 dk' da bir sıyırma işlemi yapılmak suretiyle toplam 3 dk karıştırılmış ve krema elde edilmiştir. Bir başka kapta, YFMŞ ve amonyum bikarbonat ile hazırlanan sıvı karışım, kremaya eklenmiş ve her 15 saniyede bir sıyırma işlemi yapılarak toplam 1 dk karıştırılmıştır. Bu karışıma daha sonra, un karışımları (pirinç unu + keçiyoynuzu unu veya pirinç unu+ kestane unu) ilave edilip, her 30 saniyede bir sıyırma işlemi yapılarak toplam 1 dk daha karıştırma işlemi yapılarak, bisküvi hamuru elde edilmiştir. Hamur, yoğurma makinesi haznesinden alındıktan sonra, 3 eşit parçaya bölünerek, elle yuvarlak şekil verilmiştir. Daha sonra oklava ile üzerinden 1 kez ileri ve 1 kez geri geçilerek hamur açılmış ve 5,00 cm çapındaki silindirik çelik kalıp ile şekil verilmiştir. $170\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'deki endüstriyel konveksiyonlu fırında 11 dk pişirilmiş, fırından çıkarıldıktan sonra, 5 dk tepside dinlendirilmiştir. Daha sonra tepside alınan bisküviler oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Fırından çıkarıldıktan 2 saat sonra, fiziksel analizler (boyut ve renk ölçümleri, tekstür analizi) yapılmıştır. Örnekler daha sonra, öğütülerek, kimyasal analizlerde kullanılmak üzere, -18°C ' de, derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.



1. Bileşenlerin Karıştırılması



2. Hamurun Yoğurulması



3. Parçalara Bölme ve Yuvarlama



4. Oklava ile Hamuru Yaprak Haline Getirme



5. Kalıpla Şekil Verme



6. Pişirme

Şekil 3.4. Bisküvi üretim aşamaları

3.2.3. Bisküvi analizleri

Nem miktarı tayini

Bisküvilerin nem miktarı, AACCI Metot No: 44.01' e göre belirlenmiştir (Anonim 1990).

Kül miktarı tayini

Örneklerin kül miktarı, AACCI Metot No: 08.01' e göre belirlenmiştir (Anonim 1990) ve kuru madde üzerinden hesaplanmıştır.

Protein miktarı tayini

Bisküvilerin protein miktarı tayininde AACCI Metot No: 46.12 kullanılmış (Anonim 1990) ve sonuçlar, kuru madde üzerinden hesaplanmıştır.

Yağ miktarı tayini

Bisküvilerin yağ miktarı, Soxhlet sistemi kullanılarak AOAC Metot No: 948.22' e göre belirlenmiş (Anonim 1990) ve kuru madde üzerinden hesaplanmıştır.

ELISA yöntemi ile gluten varlığı tayini

İmmünolojik gluten tayini, ELISA gliadin alerjen test kiti ile AOAC Metot No: 2015.05'e göre yapılmıştır (Anonim 2015).

Fiziksel analizler

Üretilen bisküvilerde çap ve kalınlık, AACCI Metot No: 10.54' e göre standart ekipman (kumpas) kullanılarak belirlenmiştir. Bisküvilerin yayılma oranı ise çapın kalınlığa oranı hesaplanarak bulunmuştur (Anonim 1995).

Renk analizi

Bisküvilerin renkleri Minolta CM 3600d model renk ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Buna göre 7 farklı formülasyona göre üretilen bisküvilerden her gruptan üçer bisküvinin 6 farklı noktasında renk değerleri ölçülmüştür.

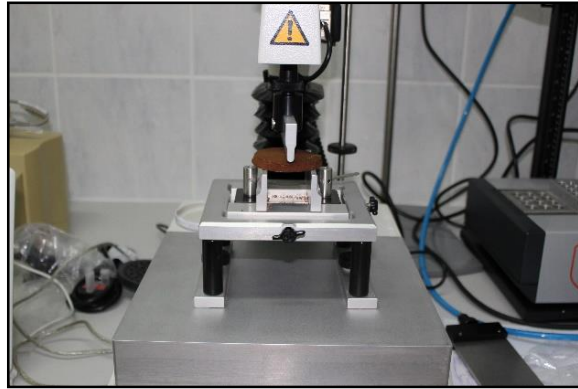
CIE Renk Değerleri (L^* , a^* , b^*)'nden oluşan üçlü skalada $L^*=100$ beyaz, $L^*=0$ siyah; yüksek pozitif a^* kırmızı, yüksek negatif a^* yeşil; yüksek pozitif b^* sarı ve yüksek negatif b^* mavi olarak değerlendirilmiştir. Bisküvide renk ölçümü Şekil 3.5' te verilmiştir.



Şekil 3.5. Bisküvide renk analizi

Tekstür analizi

Tekstür, gıdanın yapısı ve mekanik özellikleriyle ilişkili kalite özelliklerini kapsamaktadır. Bu nedenle gıdaların mekaniksel özelliklerini bilmek onun tekstürel özelliklerinin anlaşılmasında önemlidir. Bisküviler pişirildikten 24 saat sonra tekstür analizi yapılmıştır. Tekstür analizinde HDP/3BP; Three Point Bend Ring (3 noktalı bükme probu) bıçak seti ve HDP/90 ağır çalışma platformu içeren TA-XT PLUS cihazı (TA-XT Plus, İngiltere) kullanılarak bisküvilerin kırılabilmesi için gerekli olan maksimum kuvvet belirlenmiştir. Bisküvi tekstür analizi Şekil 3.6' da verilmiştir.



Şekil 3.6. Bisküvide tekstür analizi

Duyusal analiz

Bisküvilerin duyusal analizi 20-35 yaş aralığındaki (eğitimli olmayan) 30 panelist tarafından yapılmıştır. Bisküvi örneklerine, rastgele iki rakam ve bir harften oluşan kod verilmiştir. Bisküvi örnekleri, aydınlık oda koşullarında değerlendirmeye sunulmuştur. Bisküviler; renk, gevreklik, dişe yapışma, tat, koku, ağızda dağılma ve genel kabul edilebilirlik açısından, dokuzlu hedonik skalaya (*1:Berbat; 2:Çok Kötü; 3:Kötü; 4:Fena Değil/Yeterli Değil; 5:Ne Beğendim Ne Beğenmedim; 6:Kabul Edilebilir; 7:İyi; 8:Çok iyi; 9:Mükemmel*) göre değerlendirilmiştir. 5 puan ve üzeri ortalamaya sahip olan bisküviler, beğenilmiş olarak değerlendirilmiş ve tüketilebilir bir ürün olarak kabul edilmiştir.

İstatistiksel analiz

Analizler sonucu elde edilen veriler, istatistiksel olarak JMP IN 7.0.0 (Statistical Discovery from SAS 2005. Institue Inc.) programı ile varyans analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Varyans analizi ortalamalarda önemli fark gösterdiğinde en küçük önemli fark testi (LSD) karşılaştırma amacıyla ortalamalar arasındaki istatistiksel farkı ($p \leq 0.05$) belirlemek için kullanılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Keçiboynuzu Unu, Kestane Unu ve Pirinç Unu Bileşimleri

Bisküvi üretiminde kullanılan pirinç unu (PU), keçiboynuzu unu (KBU) ve kestane ununa (KU) ait kimyasal bileşimler, Çizelge 4.1’ de verilmiştir. PU’ nun nem miktarı %11,88, protein miktarı %7,35, kül içeriği %0,47 ve yağ içeriği %0,51 bulunmuştur. Rai ve ark. (2011) ve Hussein ve ark. (2012) yaptıkları çalışmalarda, pirinç ununda nem, protein ve yağ içeriklerini, sırasıyla, %12,5, 6,4, 0,3 ve %11,5, 7,56, 0,82 olarak belirlenmiştir. Torbica ve ark. (2012), tarafından yapılan çalışmada; pirinç ununda nem %10,60, protein %7,71, yağ %0,44 olarak belirlenmiştir. Mevcut çalışmadaki sonuçlar, daha önce yapılmış olan diğer araştırma bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.1. Keçiboynuzu unu, kestane unu ve pirinç ununun kimyasal bileşimi*

| Örnek** | Nem (g/100 g) | Protein (g/100 g) | Kül (g/100 g) | Yağ (g/100 g) | Gluten Varlığı (ppm)*** |
|---------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|
| PU | 11,88±0,17 ^a | 7,35±0,11 ^a | 0,47±0,02 ^c | 0,51±0,03 ^c | T.E |
| KBU | 4,02±0,11 ^c | 4,60±0,11 ^c | 2,54±0,15 ^a | 0,80±0,05 ^b | T.E |
| KU | 9,25±0,09 ^b | 6,06±0,55 ^b | 2,24±0,09 ^b | 2,76±0,08 ^a | T.E |

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p \leq 0,05$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

** PU: Pirinç Unu, KBU: Keçiboynuzu unu, KU: Kestane unu,

*** T.E: tespit edilemedi (Gluten içeriği tespitinde kullanılan ELISA tespit limiti 4,69 ppm’dir)

KBU’ nun nem miktarı %4,02, protein miktarı %4,6, kül içeriği %2,54 ve yağ içeriği %0,8 bulunmuştur. Ortega ve ark. (2011), KBU’ nun nem, protein ve yağ içeriğini, sırasıyla, sırasıyla %2,3, 3,8, 0,3 olarak bulurken; Yousif ve Alghzawi (2000) %9, 5,82, 0,74 olarak belirlemiştir. Özellikle nem değerleri arasındaki farklılıkların, üretimde uygulanan kavurma sıcaklığı ve süresiyle ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

KU nem içeriği %9,25, protein miktarı %6,06, kül içeriği %2,24 ve yağ içeriği %2,76 bulunmuştur. Sacchetti ve Pinnavaia (1999) ve Sacchetti ve ark. (2004) yaptıkları

çalışmalarda, KU' nda protein içeriğini, sırasıyla, %6,92 ve 8,25 olarak belirlemişlerdir. Mevcut çalışmadaki sonuçlar daha önce yapılmış olan diğer araştırma bulguları ile benzerlik göstermektedir. Sonuçlar arasında gözlenen küçük farklılıkların, kestanenin yetişme koşulları ve kestone varyetelerinin farklılığından kaynaklanmış olabileceği dşnlmektedir.

Glutensiz ürünlerdeki gluten seviyesinin, izin verilen sınırlar içinde olduğunu doğrulamak ve hammaddelerin lyak hastaları tarafından tketebilirliğini kanıtlanmak amacıyla, ELISA gliadin alerjen test kiti ile immünolojik gluten tayini yapılmıştır. Buna göre, PU, KBU ve KU örneklerinde, gluten tespit edilmemiştir (Tespit limiti: 4,69 ppm' dir). Bu sonuçlar, üretimde kullanılan unların gluten içermediğini göstermesi açısından önemlidir. Glutensiz gıda üretimi ile ilgili yapılan birçok çalışmada, immünolojik gluten tayininin yapılmadığı görülmektedir, oysaki bu analiz, çapraz kontaminasyon olup olmadığının, ortaya konması açısından çok önemlidir. ELISA testi uygulamış olan istisna bir çalışmada, glutensiz bisküvi üretiminde kullanılan piriç ununda 2,1 ppm düzeyinde gliadin içeriğine rastlandığı bildirilmiştir (Sarabhai ve ark. 2015b).

4.2. Bisküvi Bileşimi ve Kalite zellikleri

4.2.1. Kimyasal bileşim

Bisküvi rneklerinin kimyasal bileşimleri izelge 4.2' de verilmiştir. KBU ilaveli bisküvilerin nem oranları %6,31-6,85 arasında değişmektedir. KU ilaveli bisküvilerin nem oranları ise %5,97-6,21 arasında değişmektedir. En yüksek nem içeriği %6,85 ile %60 KBU ikameli örnekten saptanırken, en düşük nem içeriği %5,52 ile kontrol örneğinde saptanmıştır. KBU ve KU ikameli örneklerin nem içerikleri, kontrol rneği ile kıyaslandığında, önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) yüksek bulunmuştur. Nem içeriği, bisküvinin gevreklik hissi ve mekanik dayanıklılığı üzerine büyük bir etkiye sahiptir (Laguna ve ark. 2013). KBU ve KU ikameli bisküvilerin nem miktarlarındaki bu artışın, bileşimlerindeki yüksek diyet lif içeriğinden kaynaklanmış olabileceği dşnlmektedir.

Çizelge 4.2. Bisküvilerin kimyasal bileşimleri*

| Örnek | PU/KBU/KU (g/100 g) | Nem (g/100 g) | Kül (g/100 g) | Protein (g/100 g) | Yağ (g/100 g) | Gluten Varlığı (ppm)** |
|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Kontrol | 100/0/0 | 5,52±0,01 ^g | 1,02±0,01 ^c | 3,60±0,12 ^a | 19,41±0,01 ^g | T.E |
| 1 | 80/20/0 | 6,31±0,03 ^c | 1,16±0,01 ^b | 3,27±0,12 ^c | 19,78±0,04 ^f | T.E |
| 2 | 60/40/0 | 6,63±0,28 ^b | 1,19±0,00 ^a | 2,38±0,08 ^f | 20,01±0,02 ^e | T.E |
| 3 | 40/60/0 | 6,85±0,09 ^a | 1,24±0,01 ^a | 1,85±0,06 ^g | 21,35±0,43 ^d | T.E |
| 4 | 80/0/20 | 5,97±0,35 ^f | 1,15±0,02 ^b | 3,36±0,19 ^b | 23,05±0,02 ^c | T.E |
| 5 | 60/0/40 | 6,14±0,01 ^e | 1,18±0,01 ^b | 3,21±0,17 ^d | 23,46±0,02 ^b | T.E |
| 6 | 40/0/60 | 6,21±0,08 ^d | 1,21±0,01 ^a | 3,06±0,17 ^e | 23,76±0,02 ^a | T.E |

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p \leq 0,05$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

** T.E: tespit edilemedi(ELISA testi gluten tespit limiti: 4,69 ppm).

Bisküvi örneklerine ait kül miktarı incelendiğinde, ikameli örneklerin kül miktarları (% 1,15-1,24), kontrol örneğinden (%1,02) önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) yüksek bulunmuştur. KBU ve KU' nun ikame oranları arttıkça, kül miktarının da arttığı görülmüştür. Bu durum, KBU ve KU' nun kül içeriklerinin pirinç unundan yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Keçiboynuzu unu ilavesinin bisküvinin bazı kalite kriterlerine etkisinin incelendiği bir çalışmada da, benzer sonuçlar elde edilmiştir (Aydın 2012).

Üretilen bisküvilerin protein miktarları, %1,85-3,60 arasında değişmektedir. Kontrol örneğine göre, KBU ve KU ikame oranı arttıkça, bisküvilerin protein miktarları önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) düşük bulunmuştur. KU ve KBU bileşimindeki protein oranları, pirinç ununun protein oranı ile karşılaştırıldığında, bu durumun, beklenen bir sonuç olduğu söylenebilir. Benzer şekilde, Vitali ve ark. (2009) yapmış oldukları bir çalışmada, keçiboynuzu unu eklenmiş bisküvilerin, kontrol örneklerine kıyasla, protein değerlerinde azalma tespit etmişlerdir.

Üretilen bisküvilerin yağ miktarları, %19,41-23,76 arasında değişmektedir. KU ikameli bisküvilerin yağ miktarlarının, kontrol örneğine göre önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) arttığı görülmektedir. Bu durum, KU bileşimindeki yağ içeriğinin, pirinç unundan yüksek

olmasından kaynaklanmaktadır. KBU ikamesi de bisküvi örneklerinin yağ içeriklerinde az da olsa artışa neden olmuştur.

Üretilen glutensiz bisküvilerde yapılan immünolojik gluten tayini (ELISA testi) sonucunda, üretimde çapraz bulaşma olmadığı görülmüştür. Bisküvilerde gluten varlığına rastlanmamıştır. Bu sonuçlar, üretilen glutensiz bisküvilerin, çölyak hastaları tarafından güvenle tüketilebilir olduğunun kanıtlanması açısından çok önemlidir. Benzer şekilde, Sarabhai ve ark. (2017), amaranth ve nohut unu ile ürettikleri glutensiz bisküvilerde yaptıkları ELISA testi sonucunda, gluten içeriğine rastlanmadığını rapor etmişlerdir.

4.2.2. Fiziksel özellikler ve tekstür

Üretilen bisküvilerin fiziksel özellikleri (çap, kalınlık, yayılma oranı) ve sertlik değerleri Çizelge 4.3' te verilmiştir. Bisküvilerin yayılma oranı, her bir bisküvi için çapın kalınlığa oranı hesaplanarak bulunmuştur. Çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik değerleri, bisküvinin teknolojik kalitesinin belirlenmesi açısından önemli kriterlerdir. Bisküvinin istenen kalitede olması, genellikle çapın büyük, yayılma oranının yüksek, kalınlığın düşük ve gevrekliğinin yüksek olması ile ilişkilidir (Guttieri ve ark. 2008).

Değişen oranlarda KBU ve KU ikamesi ile üretilen bisküvilerin çapları (5,74-6,10 cm), kontrol örneğinden (6,14 cm) önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) düşük bulunmuştur. En küçük çap (5,74 cm), %40 PU %60 KBU ilaveli örnekte tespit edilirken, en büyük çap (6,14 cm) kontrol örneğinde tespit edilmiştir. KBU ve KU ikame oranı arttıkça, bisküvilerin çaplarının azaldığı gözlemlenmiştir. Kontrole en yakın değer (6,10 cm), %80 PU %20 KU ilaveli bisküvide tespit edilmiştir.

Bisküvi üzerine yapılmış birçok araştırmada, glutensiz un kullanılan formülasyonlarda kontrole göre bisküvi çapında düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir (Armbrister ve Setser 1994, Sanchez ve ark.1995, Zoulias ve ark. 2002a, Zoulias ve ark. 2002b, Sudha ve ark. 2007, Laguna ve ark. 2012, Lee ve Puligunla 2016).

Bisküvinin önemli kalite kriterlerinden biri olan yayılma oranı, bisküvi çapının, kalınlığına bölünmesi ile elde edilen bir değerdir. KBU ve KU ikameli bisküvilerin yayılma oranları (5,60-5,98), kontrol örneğine (5,53 cm) göre önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) yüksek çıkmıştır. Yayılma oranı daha çok hamurun viskozitesi ile ilgilidir (Pareyt ve Delcour 2008). Roman ve ark. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, glutensiz bisküvi formülünde pirinç unu değişik oranlarda keçiyoynuzu unu ile ikame edilmiş ve keçiyoynuzu unu ilavesi ile yapılan bisküvilerin, kontrolden daha az kalın ve daha küçük çapta olduğu ve pişirme sırasında daha az yayıldıkları rapor edilmiştir. Araştırmacılar, KBU ilaveli tüm bisküvi hamurlarının katı bir elastik davranış gösterdiğini ve elastikiyette artış olduğunu tespit etmişlerdir. Daha az yayılan daha sert bir hamur eldesinin, keçiyoynuzu ununun daha yüksek şeker içeriğine bağlı olabileceğini bildirmişlerdir. Bu nedenle, bisküvilerin yayılmasındaki değişikliklerin, pişirme sırasında hamur bileşenleri arasındaki farklı etkileşimlerden kaynaklanmış olabileceğini rapor etmişlerdir. Keçiyoynuzu unu bileşimindeki yüksek orandaki diyet lif (Durazzo ve ark. 2014) ve çözümlü şeker (Ayaz ve ark. 2009) ve bunların pişirme sırasında erimesi ve diğer malzemelerle etkileşiminin, daha güçlü etkileşimlere yol açabileceği ve bu etkinin de hamurların daha az yayılmasından sorumlu olabileceği bildirilmiştir (Roman ve ark. 2017). Etkisi türüne, parçacık boyutuna ve morfolojisine bağlı olmasına rağmen, diyet lif, genellikle hamurun yayılmasını azaltmakta ve sertliğini arttırmaktadır (Laguna ve ark. 2014).

Sertlik, bisküvinin deformasyona karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır. Sertlik gibi tekstürel özellikler, fırın ürünlerinde oldukça önemlidir. Çünkü tüketicinin tazelik algısıyla bisküvinin tekstürel özellikleri arasında, önemli bir ilişki vardır (Ahlborn ve ark. 2005). Değişen oranlarda KBU ikamesi ile üretilen bisküvilerin (örnek 1, 2, 3) sertlik değerleri incelendiğinde (68,80-70,64 N), kontrol örneğinden (67,61 N) önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bisküvi örneklerine ilave edilen keçiyoynuzu unu oranı arttıkça, sertlik değerinin arttığı görülmektedir. Aydın (2012), keçiyoynuzu unu ilavesinin, bisküvinin kalite kriterlerine etkisini araştırdığı çalışmasında, bisküvi hamuruna ilave edilen keçiyoynuzu unu oranının artmasıyla birlikte, bisküvinin sertlik değerlerinin artış gösterdiğini bildirmiştir. KBU' nun yüksek diyet lif içeriğinin, sertlik değerlerinin artmasında etkili olabileceği düşünülebilir. Roman ve ark. (2017), benzer

şekilde, pirinç unu ile yapılan kontrol örneğinin, keçiyoynuzu unu ile yapılanlardan, daha az sert olduğunu ve keçiyoynuzu unu ilave edilmiş glutensiz bisküvilerin, daha kompakt bir yapıya sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Değişen oranlarda KU ikamesi ile üretilen bisküvilerin (örnek 4, 5, 6) sertlik değerleri incelendiğinde (68,34- 68,94 N), kontrol örneğinden (67,61 N) önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.3). Soronja-Simovic ve ark. (2016) bir çalışmalarında, kestane ununda toplam diyet lif içeriğini %9,4 bulmuşlardır. Bu noktadan hareketle, KU' nun yüksek diyet lif içeriği nedeniyle, bisküvilerin sertlik değerlerinde artışa neden olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.3. Bisküvilerin fiziksel ve tekstür özellikleri*

| Örnek | PU/KBU/KU (%) | Çap (cm) | Kalınlık (cm) | Yayımlama Oranı (Çap/Kalınlık) | Sertlik (N) |
|----------------|----------------|------------------------|------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Kontrol | 100/0/0 | 6,14±0,07 ^a | 1,11±0,05 ^a | 5,53±0,10 ^f | 67,61±11,42 ^f |
| 1 | 80/20/0 | 5,83±0,06 ^d | 1,01±0,05 ^b | 5,77±0,12 ^c | 68,80±5,90 ^d |
| 2 | 60/40/0 | 5,82±0,08 ^d | 0,99±0,06 ^b | 5,88±0,08 ^b | 69,82±1,43 ^b |
| 3 | 40/60/0 | 5,74±0,15 ^e | 0,96±0,08 ^c | 5,98±0,06 ^a | 70,64±12,61 ^a |
| 4 | 80/0/20 | 6,10±0,12 ^a | 1,09±0,05 ^a | 5,60±0,12 ^e | 68,34±0,09 ^e |
| 5 | 60/0/40 | 6,04±0,03 ^b | 1,07±0,03 ^a | 5,65±0,10 ^e | 68,94±7,57 ^c |
| 6 | 40/0/60 | 5,94±0,03 ^c | 1,04±0,05 ^b | 5,71±0,09 ^d | 69,83±4,25 ^b |

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p \leq 0,05$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

Bisküvi, belli bir gevrekliğe ve sertliğe sahip olmalıdır. Bisküvi yapısının çok sert olması, bisküvi vb. ürünler için istenen bir özellik değildir. Çok gevrek-kırılgan yapı, bisküvilerin ambalajlama, nakliye ve pazarlama sırasında parçalanmasına neden olarak, ekonomik kayıplara sebebiyet vermektedir. Bisküvi gevrekliği sağlayacak kadar sert, ağızda dağılabilir yapıyı sağlayacak kadar da yumuşak olmalıdır. Sertlik ve ağızda dağılabilirlik arasında ters bir ilişki vardır (Brown ve Braxton 2000). Gevreklik ise aşırı yüksek

olmamak şartıyla, bisküviler için istenen bir duyusal özellik olarak düşünülebilir (Gaines 1991, Jackson ve ark. 1996).

Chung ve ark (2014), bisküviye ilave edilen pirinç unu miktarındaki artışın, sertlik değerlerinde düşmeye neden olduğunu ve bisküvilerin yumuşadığını tespit etmişlerdir. Pirinç unu ilave edilmiş bisküvi hamurunda, gluten proteininin seyrelmesi ve böylece gluten ağının oluşumunun gecikmesi sebebiyle, bisküvilerin sertliğinin azalmış olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Ancak, çalışmamızda glutensiz bisküvi üretiminde buğday unu yerine pirinç unu kullanılmış olmasına rağmen, keçiyoynuzu unu ve kestane unu ikameleri nedeniyle, sertlikte düşüş yerine, tam tersi bir artış gözlenmiştir.

4.2.3. Renk değerleri

Bisküvilerin renk değerleri Çizelge 4.4' te, fotoğrafları ise Şekil 4.1' de görülmektedir. Renk, ürünün görüntüsünü ve tercih edilmesini etkileyen önemli bir faktördür (Yalçın 2005, See ve ark. 2007). Fırın ürünlerinde pişme aşamasında oluşan renk değişimi, şekerler ile proteinler arasında gerçekleşen maillard reaksiyonlarının, bir sonucu olarak gerçekleşmektedir (Mamat ve ark. 2010).

Bisküvilerin renk değerleri incelendiğinde, L^* değerleri (17,19-40,55), kontrol örneğinden (49,62) önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) düşük bulunmuştur (Çizelge 4.4). Bisküvilere ilave edilen KU ve KBU oranı arttıkça, bisküvilerin parlaklığı azalmıştır. Benzer olarak, keçiyoynuzu unu ilaveli glutensiz bisküvi üzerine yapılan bir çalışmada da, KBU ilaveli bisküvilerin L^* değerlerinde önemli düzeyde azalma tespit edilmiştir (Roman ve ark. 2017). Inkaya ve ark. (2009), kestane unu ilavesinin bisküvi renginde esmesleşmeye neden olduğunu ve L^* değerlerinin düştüğünü rapor etmişlerdir. Diyet lif bileşenlerinin bisküvi kalitesine etkisini belirlemek için yapılan bir diğer çalışmada, farklı tahıl ve baklagil kepeklerinin, bisküvi rengini etkilediği ve tüm diyet liflerin, kontrole göre L^* değerinde azalmaya sebep olduğu saptanmıştır (Jeltema ve ark. 1983).

Bisküvilerin a^* değerleri (6,01-10,25), kontrol örneğinden (5,98) önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.4). Bisküvilere ilave edilen KBU ve KU oranı arttıkça, a^* değerlerinin yani kırmızılığın arttığı tespit edilmiştir. Roman ve ark. (2017),

glutensiz bisküvilerde KBU oranı artıkça, bisküvilerin kırmızılık değerinin arttığını ve rengin esmerleştiğini rapor etmişlerdir. Inkaya ve ark. (2009) ise kestane unu ilaveli bisküvilerin a^* değerlerinin, kontrolden yüksek olduğunu saptamışlardır.

Çizelge 4.4. Bisküvilerin renk değerleri

| Örnek | PU/KBU/KU (%) | L^* | a^* | b^* |
|----------------|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Kontrol | 100/0/0 | 49,62±1,87 ^a | 5,98±0,53 ^f | 25,08±0,42 ^a |
| 1 | 80/20/0 | 23,94±0,92 ^c | 9,13±0,14 ^c | 14,15±0,78 ^e |
| 2 | 60/40/0 | 19,59±0,42 ^f | 9,61±0,29 ^b | 9,76±0,53 ^f |
| 3 | 40/60/0 | 17,19±0,80 ^g | 10,25±0,13 ^a | 7,40±0,60 ^g |
| 4 | 80/0/20 | 40,55±0,61 ^b | 6,01±0,28 ^f | 23,19±0,12 ^b |
| 5 | 60/0/40 | 37,58±0,58 ^c | 7,00±0,06 ^e | 22,99±0,55 ^c |
| 6 | 40/0/60 | 31,55±0,66 ^d | 8,38±0,18 ^d | 22,38±0,53 ^d |

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p \leq 0,05$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

Bisküvilerin b^* değerleri, örnek 1, 2 ve 3' te sırasıyla 14,15, 9,76, 7,40 bulunmuş olup, kontrol örneğinden (22,38) önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) düşük bulunmuştur. Örnek 4, 5 ve 6' da sırasıyla 25,08, 23,19, 22,99 bulunmuş olup, kontrol örneğinden (22,38) önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) yüksek bulunmuştur. Aydın (2012) yaptığı bir çalışmada bisküvilere ilave edilen keçiyoynuzu unu oranının artması sonucu, L^* ve b^* değerlerinin azaldığını, a^* değerinin ise arttığını bildirmiştir. Inkaya ve ark. (2009) ise kestane unu ilavesinin, bisküvinin b^* değerlerini düşürdüğünü saptamışlardır.

Sonuç olarak; KBU ve KU ikameli bisküvilerin L^* değerinin kontrole göre düşük olması, daha az parlak olduklarını, a^* değerlerinin yüksek ve b^* değerlerinin düşük çıkması ise kontrol örneğinden daha koyu bir renge sahip olduklarını göstermektedir. Özellikle, KBU kakao benzeri koyu bir renge sahip olduğundan, KBU ikameli bisküvilerin de, KU ilavelilerden ve kontrol örneğinden daha koyu renge sahip oldukları, dikkat çekmektedir.



Şekil 4.1. Bisküvilerin yüzey renkleri

Bisküvilerde genel olarak gözlenen renk değişiklikleri, kullanılan orijinal unun renginden, kaynaklanmaktadır (Roman ve ark. 2017). Pirinç unu beyaz renge sahipken, kestane unu krem, keçiyoynuzu unu ise açık kahve renge sahiptir. Buna ilaveten, bisküvi renginde meydana gelen esmerleşme endeksindeki artış, çoğunlukla şekerler ve amino asitler arasındaki Maillard reaksiyonunda üretilen bileşiklere atfedilmiştir (Cepo ve ark. 2014, Şahin ve ark. 2009). Dolayısıyla, bisküvi rengi üzerine, kullanılan orijinal unun renginin yanı sıra, bisküvilerin pişirilmesi sırasında dış kısmında 150°C' nin üzerindeki sıcaklıklara ulaşıldığından, Maillard reaksiyonları ve şekerlerin karamelizasyonu da etkilidir (Purlis 2010, Roman ve ark. 2017).

4.2.4. Duyusal analizler

Glutensiz bisküvi örneklerinin duyusal analiz sonuçları, Çizelge 4.5' te verilmiştir. KBU ikameli bisküvilerin renk puanları (4,38-5,73), kontrol örneğinden (5,81) önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) düşüktür. KBU' nun artan oranlarının, bisküvi renginde koyulaşmaya neden

olması nedeniyle, kontrole (sadece pirinç unu içeren) göre, panelistlerin beğenisini azalttığı görülmekte ve bu durum, renk tayini sonuçlarıyla da uyum göstermektedir. Buna karşın, KU ikameli örnekler verilen renk puanları (6,61-6,72), kontrol örneğinden (5,81) önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) yüksektir. KU ikameli bisküviler, renk açısından en beğenilen örnekler olmuştur. Renk bakımından en çok beğenilen, %40 KU ikameli örnek olurken, en az beğenilen %60 KBU ikameli glutensiz bisküvi olmuştur.

KBU ikameli bisküvilerin koku puanları, 4,38-5,38 arasında değişmiş ve kontrol örneğinden (5,88) önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) düşük puanlar almışlardır. KBU ilavesi, koku beğenisini azaltmış ve kontrolden daha düşük puanlar verilmiştir. KU ikameli koku puanlarının (6,40-6,67) ise olup kontrol örneğinden (5,88) önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) yüksek olduğu görülmektedir. KU ilavesi, koku beğenisini arttırmış olup, kontrolden daha yüksek puanlar verilmiştir. Koku beğenisi açısından en yüksek puan (6,67) %40 KU ikameli örneğe verilirken, en düşük puan (4,38) %60 KBU ikameli glutensiz bisküviye verilmiştir.

Tat puanları incelendiğinde, panelistlerin KBU ikameli bisküvilere (4,00-5,09) kontrol örneğinden (5,78) önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) düşük puan verdikleri görülmektedir. KBU' nun artan oranlarının, bisküvi tadının beğenirliğini azalttığı görülmektedir. Bu durum, keçi boynuzunun bileşiminde yüksek miktarda bulunan ve acımsı tat veren tanen içeriğine bağlanabilir (Avallone ve ark. 1997). KU ikameli glutensiz bisküvilerin tat puanları (6,21-6,44) ise kontrol örneğinden (5,78) önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) yüksektir. En yüksek tat puanını (6,44) %40 KU ikameli örnek alırken, en düşük puanı ise (4,00) %60 KBU ikameli örnek almıştır.

Çizelge 4.5. Bisküvilerin duyu analizi sonuçları*

| Örnek | PU/KBU/KU (%) | Renk | Koku | Tat | Gevreklik/ Ağızda Dağılım | Dişe Yapışma | Genel Kabul Edilebilirlik |
|---------|---------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------------|
| Kontrol | 100/0/0 | 5,81±1,94 ^c | 5,88±1,68 ^d | 5,78±1,88 ^d | 5,16±2,01 ^c | 5,44±1,88 ^d | 5,50±1,65 ^d |
| 1 | 80/20/0 | 5,73±2,00 ^d | 5,38±1,48 ^e | 5,09±1,47 ^e | 5,01±1,74 ^d | 5,13±1,65 ^e | 5,18±1,72 ^e |
| 2 | 60/40/0 | 4,91±2,19 ^e | 4,50±2,00 ^f | 4,25±2,17 ^f | 4,50±2,06 ^e | 4,41±2,42 ^f | 5,14±1,92 ^e |
| 3 | 40/60/0 | 4,38±2,41 ^f | 4,38±2,03 ^g | 4,00±1,98 ^g | 4,25±2,05 ^f | 4,38±1,93 ^g | 5,00±1,76 ^f |
| 4 | 80/0/20 | 6,69±1,60 ^a | 6,56±2,14 ^b | 6,21±2,11 ^c | 6,50±2,28 ^b | 6,38±5,22 ^c | 5,72±2,28 ^c |
| 5 | 60/0/40 | 6,72±1,72 ^a | 6,67±1,46 ^a | 6,44±1,78 ^a | 6,69±1,84 ^a | 6,73±1,74 ^a | 6,53±1,76 ^a |
| 6 | 40/0/60 | 6,61±1,95 ^b | 6,40±1,76 ^c | 6,28±1,82 ^b | 6,53±1,69 ^b | 6,48±1,87 ^b | 6,47±1,29 ^b |

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p \leq 0,05$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

Panelistler tarafından KBU ikameli bisküvilere verilen gevreklik/ağızda dağılma puanları (4,25-5,01), kontrol örneğinden (5,16), önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) düşüktür. Bisküvilere kullanılan KBU oranı arttıkça, gevreklik/ağızda dağılma puanlarının düştüğü görülmüştür, bu durum bisküvilerin yapısının kontrole göre sert olmasından kaynaklanmakta ve tekstür analiz sonuçlarıyla da uyum göstermektedir. KU ikameli örneklerin puanlarının (6,50-6,69) ise kontrol örneğinden (5,16) önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) yüksek olduğu görülmektedir. Panelistler bu örneklerin, glutensiz kontrol örneğine göre, ağızda kolayca dağıldığını ve gevrek olduğunu, sözlü olarak da ifade etmişlerdir. Kestane ununun diyet lif içeriğine sahip olmasına rağmen, yüksek yağ içeriği sayesinde, bisküvi yapısının aşırı sertleşmesini önlediği düşünülmektedir. Gevreklik/ağızda dağılma puanları açısından, en çok beğenilen örnek, %40 KU ikameli glutensiz bisküvi örneği olup, sadece pirinç unu ile üretilen glutensiz bisküviden (kontrol) bile daha çok beğenilmiştir. En az beğenilen ise %60 KBU ikameli örnek olmuştur.

Bisküvi bileşimlerindeki KBU oranı arttıkça, bisküvilerin dişe yapışma açısından beğenirlikleri, kontrole göre önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) azalmıştır. KU ikamesinin dişe yapışma beğenisi üzerine etkisi incelendiğinde, kontrol örneği ile karşılaştırıldığında, beğeniyi önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) artırdığı görülmektedir. Dişe yapışma özelliği açısından en çok beğenilen örnek (6,73) %40 KU ikameli örnek olurken, en az beğenilen (4,38) %60 KBU ikameli glutensiz bisküvi olmuştur.

Genel kabul edilebilirlik puanları incelendiğinde, KBU ikameli bisküvilerin 5,00-5,18 puan aldıkları görülmektedir. Beş ve üzeri puan aldıkları için KBU ikameli bisküvilerin kabul edilebilir niteliklere sahip olduğu söylenebilir. Ancak, bu değerler sadece pirinç unu ile üretilen kontrol örneğinin genel kabul edilebilirlik puanından (5,50) önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) düşüktür. KBU oranı arttıkça, genel beğenide azalma olduğu gözlenmiştir. Aydın (2012), %20' ye kadar keçiyoynuzu unu ilavesinin, bisküvinin genel duyuşsal beğenisini ve tadını olumsuz yönde etkilemediğini, ancak daha yüksek oranlarda keçiyoynuzu unu ilavesinin, duyuşsal beğeniyi azalttığını tespit etmişlerdir. Çalışmamızda, panelistler tarafından KU ikameli bisküvilere verilen genel kabul edilebilirlik puanları (5,72-6,53) ise kontrole (5,50) göre, önemli düzeyde ($p \leq 0,05$)

yüksektir. En yüksek puan (6,53), %40 KU ikameli örneğe verilmiştir. En düşük genel kabul edilebilirlik puanını (5,00) ise %60 KBU ikameli bisküvi almıştır.

Besleyici, fonksiyonel ve sağlık özellikleri daha üstün olan ürünler, çoğu zaman duyuşal özellikleri yetersiz olsa bile, sağlıklı bir diyet için kabul görebilmektedir. Tüketiciler, daha sağlıklı bir diyet uygulamak için duyuşal kaliteden belli ölçüde taviz verebilmekte ve duyuşal özelliklerdeki bazı eksiklikleri kabul edebilmektedirler (Sabbe ve ark. 2009, Verbek 2005). Glutensiz ürünler, genellikle gluten içeren eşdeğerlerine göre, duyuşal kalite bakımından daha zayıf olarak karakterize edilmektedir (Drabińska ve ark. 2016). Mazzeo ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, üretilen glutensiz bisküviler görsel beğeni ve lezzet açısından, çölyaklı çocukların beklentisini karşılayamamıştır. Genellikle glutensiz bisküviler, gluten içeren muadillerine göre, daha sert yapıya ve hoş gitmeyen bir görünüme sahip olup, ağızda kuru ve kumlu bir his bırakmaktadır (Schober ve ark. 2003).

Bu çalışmada, bisküvi formülasyonlarında, pirinç ununa ilave olarak kestane unu kullanılması, glutensiz ürünün duyuşal özelliklerindeki olumsuzlukların kısmen de olsa giderilmesini ve kabul edilebilir niteliklerde ürün eldesini sağladığından, sonuçlar oldukça önemli bir bulgu olarak değerlendirilmektedir. Keçiboynuzu unu ikameli örnekler tüm parametreler açısından kontrolden daha az beğeni almıştır. KBU ikameleri arasında sadece %20 ikame oranının, tüm duyuşal parametrelerden beş ve üzeri puan aldığı ve kabul edilebilir niteliklere sahip olduğu gözlenmiştir. KBU ikamesinin, %20 oranından sonra, duyuşal özellikleri olumsuz yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı; çölyak ve çölyak dışı gluten duyarlılığı olan hastaların tüketimlerine uygun glutensiz bisküvi formülasyonlarının geliştirilmesidir. Bu amaçla, buğday unu yerine pirinç unu kullanılmıştır. Pirinç unu, kestane (KU) ve keçiyoynuzu unları (KBU) ile formülasyonda ikame edilmiştir. Üretilen bisküvilerin; fiziksel, kimyasal, duyuşal ve tekstürel özellikleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda özet olarak verilmiştir:

1. Bisküvi üretiminde kullanılan KBU ve KU' nun nem ve protein içerikleri, pirinç unundan düşük, kül ve yağ içerikleri pirinç unundan yüksek bulunmuştur.
2. KBU ve KU ikameli örneklerin nem içerikleri, kontrol örneğı ile kıyaslandığında, önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) yüksek bulunmuştur.
3. KBU ve KU' nun ilave edilme oranları arttıkça, kül ve yağ miktarlarının arttığı görülmüştür. Bu durum KBU ve KU' nun kül ve yağ içeriklerinin, pirinç unundan yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.
4. KBU ve KU ilave edilme oranları arttıkça bisküvilerin protein miktarlarının azaldığı görülmüştür. KU ve KBU bileşimindeki protein oranları, pirinç unundan düşük olduğundan, bu durum beklenen bir sonuçtur.
5. KBU ve KU ikameli bisküvilerin yayılma oranları, kontrol örneğine göre önemli düzeyde ($p \leq 0,05$) yüksek çıkmıştır.
8. KBU ve KU ikame oranları artıkça, bisküvilerin sertlik değerlerinde artış olduğu gözlenmiştir. KU ve özellikle de KBU bileşiminde bulunan yüksek orandaki diyet lifin, hamurun yayılmasını azalttığı ve sertliğini arttırdığı düşünölmektedir.
9. KBU ve KU ikameli bisküvilerin L^* değerinin kontrole göre düşük olması, daha az parlak olduklarını, a^* değerlerinin yüksek ve b^* değerlerinin düşük çıkması ise kontrol örneğinden daha koyu bir renge sahip olduklarını göstermektedir. Özellikle, KBU ilaveli

bisküvilerin, KU ilavelilerden ve kontrol örneğinden daha koyu renkli olması, KBU' nun kakao benzeri koyu bir renge sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

10. KU ikameli üretilen glutensiz bisküvilerin, sadece pirinç unu ile üretilen glutensiz bisküviden (kontrol) daha çok beğenildiği ve panelistler tarafından tolere edilebilir olarak kabul gördüğü düşünülmektedir. Buna karşın, keçiyoynuzu unu ikamesi ise kontrolden daha az beğeni almıştır. KBU ikameleri arasında sadece %20 ilave oranının, tüm duyuşal parametrelerden beş ve üzeri puan aldığı ve kabul edilebilir niteliklere sahip olduğu gözlenmiştir. KBU ikamesinin, %20 oranından sonra, duyuşal özellikleri olumsuz yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

11. Üretilen glutensiz bisküvilerde yapılan immünolojik gluten tayini (ELISA testi) sonucunda, üretimde çapraz bulaşma olmadığı, görölmüştür. Bisküvilerde gluten varlığına rastlanmamıştır. Bu sonuçlar, üretilen glutensiz bisküvilerin, çölyak hastaları tarafından güvenle tüketilebilir olduğunun kanıtlanması açısından, çok önemlidir.

12. Sağlıklı bir diyet uygulamak için duyuşal özelliklerdeki bazı eksiklikler, tüketiciler tarafından göz ardı edilebilmektedir. Genellikle glutensiz ürünler, gluten içeren eşdeğerlerine göre, daha zayıf bir duyuşal kaliteye sahiptir. Bu çalışmada da glutensiz bisküvi üretiminde, pirinç ununun, keçiyoynuzu unu ve kestane unu ile ikame edilmesi ile yeni bir glutensiz ürün alternatifinin yaratılmış olması ve bu ürünlerin panelistler tarafından kabul edilebilir bulunması, önemli bir sonuç olarak değerlendirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Aguilar, N., Albanell, E., Miñarro, B., Capellas, M. 2016.** Chestnut flour sourdough for gluten-free bread making. *European Food Research and Technology*, 1: 1-8.
- Ahlborn, G.J., Pike, O.A., Hendrix, S.B., Hess, W.M., Huber, C.S. 2005.** Sensory, mechanical and microscopic evaluation of staling in low-protein and gluten free breads. *Cereal Chemistry*, 82(3): 328-335.
- Ahmed, Z., Hussein, A. 2014.** Exploring The suitability of incorporating tiger nut flour as novel ingredient in gluten-free biscuit. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 64: 27-33.
- Ahraz, A. 2003.** Locust bean gum (keçiboynuzu gamı) E-410' un Türkiye' de üretimi. *Gıda Teknolojisi*, 7: 36-37.
- Akubor, P. 2003.** Functional properties and performance of cowpea/ plantain/ wheat flour blends in biscuits. *Plant Foods for Human Nutrition*, 58: 1-8.
- Altındağ, G., Certel, M., Erem, F., Ilknur Konak, U. 2015.** Quality characteristics of gluten-free cookies made of buckwheat, corn, and rice flour with/without transglutaminase. *Food Science and Technology International*, 21(3): 213-220.
- Altuğ, T. 2006.** Gıda Katkı Maddeleri. Meta Basım Matbaacılık, İzmir.
- Aly, M. M., Seleem, H.A. 2015.** Gluten-free flat bread and biscuits production by cassava, extruded soy protein and pumpkin powder. *Food and Nutrition Sciences*, 6(7): 660.
- Andrade, C.T., Azero, E.G., Luciano, L., Goncalves, M.P. 1999.** Solution properties of the galactomannans extracted from the seeds of caesalpinia pulcherrima and cassia javanica: Comparison with locust bean gum. *International Journal of Biological Macromolecules*, 26: 181-185.
- Anonim, 1990.** Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Anonim, 1995.** Approved Methods of American Association of Cereal Chemists International, St. Paul, MN, USA.
- Anonim, 2000.** Dr. Decuypere' s nutrient charts nuts and seeds chart. <http://www.healthalternatives2000.com/nut-seed-chart> (Erişim tarihi: 2 Haziran 2018).
- Anonim, 2004a.** Opinion of the scientific panel on dietetic products, nutrition and allergies on a request from the commission relating to the evaluation of allergenic foods for labelling purposes. *EFSA Journal*, 32: 1-197.
- Anonim, 2008.** FAO. Standard for foods for special dietary use for persons intolerant to gluten, 2008. Food and Agriculture Organization of the United Nations CODEX STAN 118-1979.
- Anonim, 2012.** Türk Gıda Kodeksi Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliğ, Tebliğ No: 2012/4, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, 2018a.** Allergen-Elisa Kitler. <http://www.novatekanalitik.com/allergen-elisakitler-tr> (Erişim tarihi: 2 Haziran 2018).
- Anonim, 2018b.** Glutensiz Gıda: Bilmeniz Gereken Standartlar ve Düzenlemeler. <http://www.sincer.com.tr/NewsDetails.aspx?NewsID=107> (Erişim tarihi: 2 Haziran 2018).
- Arendt, E.K., O' Brien, C.M., Schober, T., Gormley, T.R. Gallagher, E. 2002.** Development of gluten-free cereal products. *Farm and Food*, 12: 21-27.

- Armbrister, W.L., Setser, C.S. 1994.** Sensory and physical properties of chocolate chip cookies made with vegetable shortening or fat replacers at 50 and 75% levels. *Cereal Chemistry*, 71: 344-351.
- Avallone, R., Plessi, M., Baraldi, M., Monzani, A. 1997.** Determination of chemical composition of carob (*Ceratonia Siliqua*): protein, fat, carbohydrates, and tannins. *Journal of Food Composition and Analysis*, 10: 166-172.
- Ayaz, F.A., Torun, H., Ayaz, S., Correia, P.J., Alaiz, M., Sanz, C., Gruz, J., Strnad, M. 2007.** Determination of chemical composition of Anatolian carob pod (*Ceratonia Siliqua L.*): sugars, amino and organic acids, minerals and phenolic compounds. *Journal of Food Quality*, 30: 1040-1055.
- Ayaz, F.A., Torun, H., Glew, R.H., Bak, Z.D., Chuang, L.T., Presley, J.M., Andrews, R. 2009.** Nutrient content of carob food (*Ceratonia siliqua L.*) flour prepared commercially and domestically. *Plant Food Human Nutrition*, 64: 286-292.
- Aydın, N. 2012.** Keçiboynuzu unu ilavesinin bisküvinin bazı kalite kriterlerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, PAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.
- Bascunan, K.A., Vespa, M.C., Araya, M. 2017.** Celiac disease: understanding the gluten-free diet. *European Journal of Nutrition*, 56(2): 449-459.
- Battais, F., Courcoux, P., Popineau, Y., Kanny, G., Moneret-Vautrin, D.A., DeneryPaini, S. 2005.** Food allergy to wheat: differences in immunoglobulin E binding proteins as a function of age or symptoms. *Journal of Cereal Science*, 42: 109-117.
- Battais, F., Richard, C., Jacquenet, S., Denery-Papini, S., Moneret-Vautrin, D.A. 2008.** Wheat grain allergies: an update on wheat allergens. *European Annals Allergy and Clinical Immunology*, 40: 67-76.
- Battle, I., Tous, J. 1997.** Carob Tree (*Ceratonia siliqua L.*). Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 92 pp.
- Batu, A., Karagöz, D.D., Kaya, C., Yıldız, M. 2007.** Dut ve harput pekmezlerinin depolanması süresince bazı kalite değerlerinde oluşan değişimler. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2: 7-16.
- Baumgartner, S., Genner-Ritzmann, R., Haas, J., Amado, R., Neukom, H. 1988.** Isolation and identification of cyclitols in carob pods (*Ceratonia siliqua L.*). *Journal Agricultural Food Chemistry*, 34: 827-829.
- Bethune, M.T., Khosla, C. 2008.** Parallels between pathogens and gluten peptides in celiac sprue. *PLoS Pathogens*, 4(2): 34.
- Biagi, F., Bianchi, P. I., Marchese, A., Trotta, L., Vattiato, C., Balduzzi, D., Brusco, G., Andrealli, A., Cisarò, F., Astegiano, M. 2009.** A score that verifies adherence to a gluten-free diet: A cross-sectional, multicentre validation in real clinical life. *British Journal of Nutrition*, 108: 1884-1888.
- Borges, O.P., Goncalves, B., Carvalho, J.S., Correia, P., Silva, A.P. 2008.** Nutritional quality of chestnut (*Castanea sativa Mill.*) cultivars from Portugal. *Food Chemistry*, 106: 976-984.
- Brito, I.L., de Souza, E.L., Felex, S.S.S., Madruga, M.S., Yamashita, F., Magnani, M. 2015.** Nutritional and sensory characteristics of gluten-free quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*)-based cookies development using an experimental mixture design. *Journal of Food Science and Technology*, 52(9): 5866-5873.
- Brousse, N., Meijer, J.W. 2005.** Malignant complications of coeliac disease. *Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 19(3): 401-12.

- Brown, W.E., Braxton, D. 2000.** Dynamics of food breakdown during eating in relation to perceptions of texture and preference: a study on biscuits. *Food Quality and Preference*, 11(4): 259-267.
- Candemir, A. 2011.** Dilimlenmiş kestanenin akışkan yatak ve mikrodalga kurutucuda kurutulması sonucunda elde edilen ürünün kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Catassi, C., Fabiani, E., Iacono, G., D'agate, C., Francavilla, R., Biagi, F., Pianelli, G. 2007.** A prospective, double-blind, placebo-controlled trial to establish a safe gluten threshold for patients with celiac disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 85(1): 160-166.
- Cellier, C., Delabesse, E., Helmer, C., Patey, N., Matuchansky, C., Jabri, B., French Coeliac Disease Study Group. 2000.** Refractory sprue, coeliac disease, and enteropathy-associated T-cell lymphoma. *The Lancet*, 356(9225): 203-208.
- Cepo, D.V., Mornar, A., Nigovic, B., Kremer, D., Radanovic, D., Dragojevic, I.V. 2014.** Optimization of roasting conditions as an useful approach for increasing antioxidant activity of carob powder. *LWT-Food Science Technology*, 58(2): 578-586.
- Champagne, E.T., Wood, D.F., Juliano, B.O., Bechtel, D.B. 2004.** The rice grain and its gross composition. *Rice Chemistry and Technology*, 3: 77-107.
- Chauhan, A., Saxena, D.C., Singh, S. 2015.** Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus spp.*) flour. *LWT-Food Science and Technology*, 63(2): 939-945.
- Chenlo, F., Moreira, R., Pereira, G., Silva, C.C. 2007.** Evaluation of the rheological behaviour of chestnut (*Castanea stavia Mill*) flour pastes as function of water content and temperature. *Electron Journal Environmental Agricultural Food Chemistry*, 6: 1794-1802.
- Chung, H.J., Cho, A., Lim, S.T. 2014.** Utilization of germinated and heatmoisture treated brown rices in sugar-snap cookies. *LWT-Food Science and Technology*, 57: 260-266.
- Ciclitira, P.J., Ellis, H.J., Lundin, K.E.A. 2005.** Gluten-free diet-what is toxic? *Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 19(3): 359-371.
- Claughton, S.M., Pearce, R.J. 1989.** Protein enrichment of sugar-snap cookies with sunflower protein isolate. *Journal of Food Science*, 54(2): 354-356.
- Coleman, J., Abaye, A.O., Barbeau, W., Thomason, W. 2013.** The suitability of teff flour in bread, layer cakes, cookies. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64: 877-881.
- Dall' Asta, C., Cirlini, M., Morini, E., Rinaldi, M., Ganino, T., Chiavaro, E. 2013.** Effect of chestnut flour supplementation on physico-chemical properties and volatiles in bread making. *LWT-Food Science and Technology*, 53: 233-239.
- De la Barca, A.M.C., Rojas-Martínez, M.E., Islas-Rubio, A.R., Cabrera-Chavez, F. 2010.** Gluten-free breads and cookies of raw and popped amaranth flours with attractive technological and nutritional qualities. *Plant Foods for Human Nutrition*, 65: 241-246.
- De Simas, K.N., Vieira, L.N., Podesta, R., Muller, C.M.O., Veira, M.A., Beber, R.C., Reis, M.S., Barreto, P.L.M., Amante, E.R., Amboni, R.D.M.C. 2009.** Effects of king palm (*Archontophoenix alexandrae*) flour incorporation on physicochemical and textural characteristics of gluten-free cookies. *International Journal of Food Properties*, 44: 531-538.

- De Vasconcelos, M.C.B.M., Bennett, R.N., Rosa, E.A.S., Ferreira-Cardoso, J.V. 2010.** Composition of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and association with health effects: Fresh and processing products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90: 1578-1589.
- Demiate, I.M., Oetterer, M., Wosiacki, G. 2000.** Characterization of chestnut (*Castanea sativa*) starch for industrial utilization. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 44: 69-78.
- Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G., Şahin, S. 2010a.** Rheological properties of gluten free bread formulations. *Journal of Food Engineering*, 96: 295-303.
- Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G., Şahin, S. 2010b.** Utilization of chestnut flour in gluten free bread formulations. *Journal of Food Engineering*, 101: 329-336.
- Demirkesen, I. 2016.** Formulation of chestnut cookies and their rheological and quality characteristics. *Journal of Food Quality*, 39(4): 264-273.
- Demirtaş, Ö. 2007.** Keçiboynuzu (*Ceratonia Siliqua*) çekirdeklerinden gam üretim yollarının araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi, ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.*
- Dhankhar, P., Tech, M. 2013.** A study on development of coconut based gluten free cookies. *International Journal of Engineering Science Invention*, 2(12): 10-19.
- Dokic, L., Nikolic, I., Soronja-Simovic, D., Pajin, B., Juul, N. 2014.** Sensory Characterization of Cookies with Chestnut Flour. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, 8(5): 416-419.
- Doporto, M.C., Sacco, F., Viña, S.Z., García, M.A. 2017.** Quality and technological properties of gluten-free biscuits made with *Pachyrhizus ahipa* flour as a novel ingredient. *Scientific Paper Publishing*, 8: 70-83.
- Drabińska, N., Zieliński, H., Krupa-Kozak, U. 2016.** Technological benefits of inulintype fructans application in gluten-free products-A review. *Trends in Food Science Technology*, 56: 149-157.
- Durazzo, A., Turfani, V., Narducci, V., Azzini, E., Maiani, G., Carcea, M. 2014.** Nutritional characterisation and bioactive components of commercial carobs flours. *Food Chemistry*, 153: 109-113.
- Duta, D.E., Culetu, A. 2015.** Evaluation of rheological, physicochemical, thermal, mechanical and sensory properties of oat-based gluten free cookies. *Journal of Food Engineering*, 162: 1-8.
- Fasano, A., Catassi, C. 2012.** Clinical practice: Celiac disease. *The New England Journal of Medicine*, 367: 2419-26.
- Fernandes, M., Sehn, G., Leoro, M., Chang, Y., Steel, C. 2013.** Effect of adding unconventional raw materials on the technological properties of rice fresh pasta. *Food Science Technology*, 33(2): 257-264.
- Ferreira-Cardoso, J.V., Fontainhas-Fernandes, A.A., Torres Pereira, M.G. 1993.** Nutritive value and technological characteristics of *Castanea sativa* Mill. fruits-comparative study of some Northeastern Portugal cultivars. Uluslararası Kestane Kongresi, Spoleto, İtalya.
- Filipčev, B., Šimurina, O., Dapčević Hadnadev, T., Jevtić-Mučibabić, R., Filipović, V., Lončar, B. 2015.** Effect of Liquid (Native) and Dry Molasses Originating from Sugar Beet on Physical and Textural Properties of Gluten-Free Biscuit and Biscuit Dough. *Journal of Texture Studies*, 46(5): 353-364.
- Fry, L., Riches, D.J., Seah, P.P., Hoffbrand, A.V. 1973.** Clearance of skin lesions in dermatitis herpetiformis after gluten withdrawal. *The Lancet*, 301(7798): 288-291.

- Funami, T., Kataoka, Y., Omoto, T., Goto, Y., Asai, I., Nishinari, K. 2005.** Effects of non-ionic polysaccharides on the gelatinization and retrogradation behavior of wheat starch. *Food Hydrocolloids*, 19: 1-13.
- Gaines, C.S. 1991.** Instrumental measurement of the hardness of cookies and crackers. *Cereal Foods World*, 36: 989-996.
- Gallagher, E., Gormley, T.R., Arendt, E.K. 2004.** Recent advances in the formulation of gluten free cereal-based products. *Trends in Food Science and Technology*, 15: 143-152.
- Gambus, H., Gambus, F., Pastuszka, D., Wrona, P., Ziobro, R., Sabat, R., Mickowska, B., Nowotna, A., Sikora, M. 2009.** Quality of gluten- free-supplemented cakes and cookies. *International Journal of Food Properties*, 60(4): 31-50.
- Gandhi, A.P., Kotawaliwale, N., Kawalkar, J., Srivastava, D.C., Parihar, V.S., Raghu Nadh, P. 2001.** Effect of incorporation of defatted soy flour on the quality of sweet biscuits. *Journal of Food Science and Technology*, 38: 502-503.
- Gerzhova, A., Mondor, M., Benali, M., Aider, M. 2016.** Incorporation of canola proteins extracted by electroactivated solutions in gluten-free biscuit formulation of rice–buckwheat flour blend: assessment of quality characteristics and textural properties of the product. *International Journal of Food Science Technology*, 51(3): 814-827.
- Giuberti, G., Rocchetti, G., Sigolo, S., Fortunati, P., Lucini, L., Gallo, A. 2018.** Exploitation of alfalfa seed (*Medicago sativa L.*) flour into gluten-free rice cookies: Nutritional, antioxidant and quality characteristics. *Food Chemistry*, 239: 679-687.
- Gough, K.R., Read, A.E., Naish, J.M. 1962.** Intestinal reticulosis as a complication of idiopathic steatorrhoea. *Gut*, 3(3): 232-239.
- Green, P.H.R., Cellier, C. 2007.** Celiac disease. *The New England Journal of Medicine*, 357(17): 1731-1743.
- Gujral, H.S., Guardiola, I., Carbonell, J.V., Rosell, C.M. 2003.** Effect of cyclodextrin glycoxyl transferase on dough rheology and bread quality from rice flour. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 3814-3818.
- Gujral, H.S., Rosell, C.M. 2004.** Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase. *Journal of Cereal Science*, 39: 225-230.
- Guttieri, M.J., Souza, E.J., Sneller, C. 2008.** Nonstarch polysaccharides in wheat flour wire-cut cookie making. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 56(22): 10927-10932.
- Hadnadev, T.R.D., Torbica, A.M., Hadnadev, M.S. 2013.** Influence of buckwheat flour and carboxymethyl cellulose on rheological behaviour and baking performance of gluten-free cookie dough. *Food and Bioprocess Technology*, 6(7): 1770-1781.
- Hamaker, B.R. 1994.** The influence of rice proteins in rice quality: Rice Science and Technology, Ed: Marshall, W.E., Wadsworth, J.I. New York, USA, pp: 177-194.
- Hathan, B. S., Prassana, B.L. 2011.** Optimization of fiber rich gluten-free cookie formulation by response surface methodology. *World Academy of Science Engineering and Technology*, 5(12): 669-678.
- Hegazy, N.A., Kamil, M.M., Hussein, A.M.S., Bareth, G.F., 2014.** Chemical and technological properties of improved biscuit by chestnut flour. *International Journal of Food and Nutritional Sciences*, 3(1): 7-15.
- Hooda, S., Jood, S. 2005.** Organoleptic and nutritional evaluation of wheat biscuits supplemented with untreated and treated fenugreek flour. *Food Chemistry*, 90(3): 427-435.
- Hoseney, R.C. 1998.** Principles of cereal science and technology. American Assoc. of Cereal Chem. Int. St. Paul, Minesota, USA, 275-305.

- Husby, S., Koletzko, S., Korponay-Szabo, I.R., Mearin, M.L., Phillips, A., Shamir, R., Lelgeman, M. 2012.** European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition guidelines for the diagnosis of coeliac disease. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 54(1): 136-160.
- Hussein, A.M.S., Hegazy, N.A., Ibrahim, T.A.A. 2012.** Production and evaluation of gluten-free cakes. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(12): 482-491.
- Ipumbu, L. 2008.** Composition analysis of locally cultivated carob (*Ceratonia siliqua*) cultivars and development of nutritional food products for a range of market sectors, *PhD Thesis*, The Department of Food Science, Stellenbosch University, Western Cape Winelands.
- İnkaya, A.N., Göçmen, D., Öztürk, S., Köksel, H. 2009.** Investigation on the functional properties of chestnut flours and their potential utilization in low-fat cookies. *Food Science and Biotechnology*, 18(6): 1404-1410.
- İşleroğlu, H., Dirim, S.N., Ertekin, K.F. 2009.** Gluten içermeyen, hububat esaslı alternatif ürün formülasyonları ve üretim teknolojileri. *Gıda*, 34 (1): 29-36.
- Jackson, J.C., Bourne, M.C., Barnard, J. 1996.** Optimization of blanching for crispness of banana chips using response surface methodology. *Journal of Food Science*, 61: 165-166.
- Jan, R., Saxena, D.C., Singh, S. 2016.** Physico-chemical, textural, sensory and antioxidant characteristics of gluten-Free cookies made from raw and germinated *Chenopodium* (*Chenopodium album*) flour. *LWT-Food Science and Technology*, 71: 281-287.
- Jeltema, M.A., Zabik, M.E, Thiel, L.J. 1983.** Prediction of cookie quality from dietary fiber components. *Cereal Chemistry*, 60: 227-230.
- Karamanoğlu, A.A. 2016.** Kakao tozuna keçiboynuzu tozu ilavesi ile yapılan tağşişinin belirlenmesi amacıyla yeni bir metodun geliştirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, AKD Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya.
- Karahocagil, P., Tosun, İ. 2004.** Kestane. *TEAE-Bakış*, 7: 13.
- Kaur, M., Sandhu, K.S., Arora, A., Sharma, A. 2015.** Gluten free biscuits prepared from buckwheat flour by incorporation of various gums: physicochemical and sensory properties. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1): 628-632.
- Kavak, U.S. 2002.** Çölyak Hastalığı (36 Hastanın Klinik ve Laboratuvar Bulguları ve Tanıda Serolojik Testlerin Yeri), HÜ Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Tezi, Ankara.
- Kendir, G., Öztürk, A., Köroğlu, A. 2016.** *Castanea sativa* Mill. (Kestane), Meyve ve Yaprak Anatomisi. *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 2: 1-18.
- Koehler, P., Wieser, H., Konitzer K. 2014.** Gluten-the precipitating factor: Celiac Disease and Gluten, Ed: Koehler, P., Wieser, H., Konitzer, K. Elsevier Science, Burlington, USA, pp: 97-148.
- Korel, F., Balaban, M.Ö. 2006.** Composition, color and mechanical characteristics of pretreated candied chestnuts. *International Journal of Food Properties*, 9: 559-572.
- Korus, A., Gumul, D., Krystyjan, M., Juszczak, L., Korus, J. 2017.** Evaluation of the quality, nutritional value and antioxidant activity of gluten-free biscuits made from cornacorn flour or corn-hemp flour composites. *European Food Research and Technology*, 243(8): 1429-1438.
- Koyuncu, T., Serdar, Ü., Tosun, İ. 2004.** Drying characteristics and energy requirement for dehydration of chestnuts (*Castanea sativa* Mill.). *Journal of Food Engineering*, 62: 165-168.

- Laguna, L., Varela, P., Salvador, A., Sanz, T., Fiszman, S.M. 2012.** Balancing texture and other sensory features in reduced fat short-dough biscuits. *Journal of Texture Studies*, 43: 235-245.
- Laguna, L., Vallons, K., J., R., Jurgens, A. ve Sanz, T., 2013.** Understanding the effect of sugar and sugar replacement in short dough biscuits. *Food Bioprocess Technology*, 6: 3143-3154.
- Laguna, L., Primo-Martín, C., Varela, P., Salvador, A., Sanz, T. 2014.** HPMC and inulin as fat replacers in biscuits: Sensory and instrumental evaluation. *LWT-Food Science and Technology*, 56: 494-501.
- Lambert, K., Ficken, C. 2016.** Cost and affordability of a nutritionally balanced glutenfree diet: Is following a gluten-free diet affordable? *Nutrition & Dietetics*, 73(1): 36-42.
- Lasztity, R. 1999.** Cereal Chemistry. Akademiai Kiado Pub., Budapest, Hungary, 308 pp.
- Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., Biliaderis, C.G. 2007.** Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engineering*, 79(3): 1033-1047.
- Lee, Y.T., Puligundla, P. 2016.** Characteristics of reduced-fat muffins and cookies with native and modified rice starches. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 28(5): 311-316.
- Lopez, A.C.B., Pereira, A.J.G., Junqueira, R.G. 2004.** Flour mixture of rice flour, corn and cassava starch in the production of gluten-free white bread. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47: 63-70.
- Macleod, G., Forcen, M. 1992.** Analysis of volatile components derived from the carob bean *Ceratonia siliqua*. *Phytochemistry*, 31(9): 3113-3119.
- Malekzadeh, R., Sachdev, A., Ali, A.F. 2005.** Coeliac disease in developing countries: middle East, India and North Africa. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 19(3): 351-358.
- Mamat, H., Hardan, M.O.A., Hill, S.E. 2010.** Physicochemical properties of commercial semi-sweet biscuit. *Food Chemistry*, 121: 1029-1038.
- Mancebo, C.M., Picón, J., Gómez, M. 2015.** Effect of flour properties on the quality characteristics of gluten free sugar-snap cookies. *LWT-Food Science and Technology*, 64(1): 264-269.
- Maroni, A.V., Dal Bello, F., Arendt, E.K. 2009.** Sourdough in gluten-free bread-making: An ancient technology to solve a novel issue? *Food Microbiology*, 26: 676-684.
- Mazzeo, T., Brambillasca, F., Pellegrini, N., Valmarana, R., Corti, F., Colombo, C., Agostoni, C. 2014.** Evaluation of visual and taste preferences of some gluten-free commercial products in a group of celiac children. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 65(1): 112-116.
- Morton, J.F. 1987.** Carob in dowling: Fruits of warm climates, Ed.: Jr. C.F., Florida, Miami, pp: 121-124.
- Niewinski, M. M. 2008.** Advances in celiac disease and gluten-free diet. *Journal of the American Dietetic Association*, 108(4): 661-672.
- Ortega, N., Macia, A., Romero, M.P., Reguant, J., Motilva, M.J. 2011.** Matrix composition effect on the digestibility of carob flour phenols by an in-vitro digestion model. *Food Chemistry*, 124: 65-71.

- Osella, C., de La Torre, M., Sánchez, H. 2014.** Safe foods for celiac people. *Food Nutrition Science*, 5(9): 787-800.
- Ostermann-Porcel, M.V., Quiroga-Panelo, N., Rinaldoni, A.N., Campderrós, M.E. 2017.** Incorporation of okara into gluten-free cookies with high quality and nutritional value. *Journal of Food Quality*, Article ID 4071585, 8 pages.
- Owen, R.W., Haubner, R., Hull, W.E., Erben, G., Spiegelhalder, B., Bartsch, H., Haber, B. 2003.** Isolation and structure elucidation of the major individual polyphenols in carob fibre. *Food and Chemical Toxicology*, 41: 1727-1738.
- Özer, M., Tuncel, N.B. 2016.** Pirinç ve pirinç yan ürünlerinin glutensiz tahıl ürünlerinde kullanımı. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2): 29-44.
- Özkaya, B., Demir, Z. 1999.** Unların bisküvilik özelliklerine değişik kaynaklı bitkisel liflerin etkileri. *Unlu Mamuller Teknolojisi*, 8(1): 58-64.
- Özkaya, F.D., Akbulut, B.A., Tulga, D. 2017.** Gastronomi Turizmi Engelleri Kapsamında Çölyak. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(16):213-228.
- Özkaya, V., Özkaya, Ş.Ö. 2018.** Çölyak Hastalığına Diyetetik Yaklaşım. *Selçuk Tıp Dergisi*, 34(4): 186-193.
- Paciulli, M., Rinaldi, M., Cavazza, A., Ganino, T., Rodolfi, M., Chiancone, B., Chiavaro, E. 2018.** Effect of chestnut flour supplementation on physico-chemical properties and oxidative stability of gluten-free biscuits during storage. *LWT-Food Science and Technology*, 98: 451-457.
- Paciulli, M., Rinaldi, M., Cavazza, A., Ganino, T., Rodolfi, M., Chiancone, B., Chiavaro, E. 2018.** Effect of chestnut flour supplementation on physico-chemical properties and oxidative stability of gluten-free biscuits during storage. *LWT-Food Science and Technology*, 98: 451-457.
- Paciulli, M., Rinaldi, M., Cirilini, M., Scazzina, F., Chiavaro, E. 2016.** Chestnut flour addition in commercial gluten-free bread: A shelf-life study. *LWT-Food Science and Technology*, 70: 88-95.
- Pareyt, B., Delcour, J.A. 2008.** The role of wheat flour constituents, sugar and fat in low moisture cereal based products: a review on sugar-snap cookies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(9): 824-839.
- Pareyt, B., Talhaoui, F., Kerckhofs, G., Brijs, K., Goesart, H., Wevers, M., Delcour, J.A. 2009.** The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: structural and textural properties. *Journal of Food Engineering*, 90: 400-408.
- Pazır, F., Alper, Y. 2016.** Keçiboybuzu meyvesi (*Ceratonia siliqua L.*) ve sağlık. *Akademik Gıda*, 14(3): 302-306.
- Pekmezci, M., Gübbük, H., Eti, S., Erkan, M., Onus, N., Kardeşin, I., Biner, B., Adak, N. 2008.** Batı Akdeniz ve Ege Bölgesi'nde yabancı ve kültür formunda yetişen keçiboybuzu tiplerinin seleksiyonu. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2: 145-153.
- Pietzak, M. 2013.** Nutritional considerations in the management of celiac disease: Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease. Ed. Coulston, A. M., Boushey, C.J., Ferruzzi, M.G., Elsevier, Oxford, UK, 780 p.
- Purlis, E. 2010.** Browning development in bakery products. *Journal of Food Engineering*, 99: 239-249.
- Radocaj, O., Dimic, E., Diosady, L. L., Vujasinovic, V. 2017.** Use of hull-less pumpkin (*Cucurbita pepo L.*) seed oil press-cake in gluten-free cookies: Nutritional and mineral profile. *Agro Food Industry Hi-technology*, 28: 63-66.

- Rai, S., Kaur, A., Singh, B. 2011.** Quality characteristics of gluten free cookies prepared from different flour combinations, *Journal of Food Science Technology*, DOI. 10.1007/13197-011-0547-1.
- Rai, S., Kaur, A., Singh, B. 2014.** Quality characteristics of gluten free cookies prepared from different flour combinations. *Journal of Food Science and Technology*, 51(4): 785-789.
- Rinaldi, M., Paciulli, M., Caligiani, A., Scazzina, F., Chiavaro, E. 2017.** Sourdough fermentation and chestnut flour in gluten-free bread: A shelf-life evaluation. *Food Chemistry*, 224: 144-152.
- Rizzo, V., Tomaselli, F., Gentile, A., Malfa, A.L., Maccarone, E. 2004.** Rheological properties and sugar composition of locust bean gum from different carob varieties (*Ceratonia siliqua L.*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 7925-7930.
- Rodrigues Batista, J.E., de Moraes, M.P., Caliari, M., Júnior, M.S.S. 2016.** Physical, microbiological and sensory quality of gluten-free biscuits prepared from rice flour and potato pulp. *Journal of Food & Nutrition Research*, 55(2): 101-107.
- Rol, F. 1973.** Locust bean gum, in industrial gums: Polysaccharides and their derivatives, Ed.: Whister, R.L., BeMiller, J.N., Academic Press, New York, pp: 323-37.
- Roman L., Gonzalez A., Espina T., Gomez M. 2017.** Degree of roasting of carob flour affecting the properties of gluten-free cakes and cookies. *Food Science Technology*, 54(7): 2094-2103.
- Rosell, C.M., Matos, M.E. 2015.** Market and nutrition issues of gluten-free foods: Advances in the understanding of gluten related pathology and the evolution of gluten-free foods, Ed.: Arranz, E., Fernández-Bañares, F., Rosell, C.M., Rodrigo, L., Peña, A.S., Madrid, pp: 675-713.
- Sabbe, S., Verbek, W., Deliza, R., Matta, V., Van Damme, P. 2009.** Effect of a health claim and personal characteristics on consumer acceptance of fruit juices with different concentrations of açai (*Euterpe oleracea Mart.*). *Appetite*, 53: 84-92.
- Sacchetti, G., Pinnavaia, G.G. 1999.** A ready-to-eat chestnut flour based breakfast cereal. Production and optimization. *Acta Horticulturae*, 494: 61-68.
- Sacchetti, G., Pinnavaia, G.G., Guidolin, E., Dalla-Rosa, M. 2004.** Effects of extrusion temperature and feed composition on the functional, physical and sensory properties of chestnut and rice flour-based snack-like products. *Food Research International*, 37: 527-534.
- Sakac, M., Pestoric, M., Misan, A., Nedeljkovic, N., Jambrec, D., Jovanov, P., Mandic, A. 2015.** Antioxidant capacity, mineral content and sensory properties of glutenfree rice and buckwheat cookies. *Food Technology and Biotechnology*, 53(1): 38.
- Sakakibara, H., Honda, Y., Nakagawa, S., Ashida, H., Kanazawa, K. 2003.** Simultaneous determination of all polyphenols of vegetables, fruits and teas: Department of life science, Graduate School of Science and Technology, 657-8501 pp.
- Sanchez, C., Klopfenstein, C.F., Walker, C.E. 1995.** Use of carbohydrate-based fat substitutes and emulsifying agents in reduced-fat shortbread cookies. *Cereal Chemistry*, 72: 25-29.
- Sarabhai, S., Prabhasankar, P. 2015a.** Influence of whey protein concentrate and potato starch on rheological properties and baking performance of Indian water chestnut flour based gluten free cookie dough. *LWT-Food Science and Technology*, 63(2): 1301-1308.
- Sarabhai, S., Indrani, D., Vijaykrishnaraj, M., Kumar, V. A., Prabhasankar, P. 2015b.** Effect of protein concentrates, emulsifiers on textural and sensory characteristics

of gluten free cookies and its immunochemical validation. *Journal of Food Science and Technology*, 52(6):3763-3772.

Sarabhai, S., Sudha, M.L., Prabhasankar, P. 2017. Rheological characterization and biscuit making potential of gluten free flours. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(3): 1449-1461.

Saric, B.M., Nedeljkovic, N.M., Simurina, O.D., Pestoric, M.V., Kos, J.J., Mandic, A.I., Misan, A.C. 2014. The influence of baking time and temperature on characteristics of gluten free cookies enriched with blueberry pomace. *Food and Feed Research*, 41(1): 39-46.

Schober, T.J., O' brien, C.M., McCarthy, D., Darnedde, A., Arendt, E.K. 2003. Influence of gluten-free flour mixes and fat powders on the quality of gluten-free biscuits. *European Food Research and Technology*, 216(5): 369-376.

Schoenlechner, R., Linsberger, G., Kaczyc, L., Berghofer, E. 2006. Production of short dough biscuits from the pseudocereals amaranth, quinoa and buckwheat with common bean. *Ernahrung*, 30: 101-107.

See, J., Murray, J.A. 2006. Gluten-free diet: the medical and nutrition management of celiac disease. *Nutrition in Clinical Practice*, 21(1): 1-15.

See, E., Wa Wan Nadiah, W.A., Noor Aziah, A.A. 2007. Physico-Chemical and sensory evaluation of breads supplemented with pumpkin flour. *Asean Food Journal*, 14: 123-130.

Seferoğlu, B. 2012. Çölyak hastalarına yönelik kestane unu ve glutensiz unlarla hazırlanan ekmek, kek ve bisküvi çeşitlerinin duyu analizi ile değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, HÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Ankara.

Selek, İ. 2011. Ceviz ve kestanede bazı fenolik bileşiklerin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.

Senter, S.D., Payne, J.A., Miller, G., Anagnostakis, S.L. 1994. Comparison of total lipids, fatty acids, sugars and nonvolatile organic acids in nuts from four *Castanea* species. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 65: 223-227.

Serin, Y., Akbulut, G. 2017. Çölyak Hastalığı ve Glutensiz Diyet Tedavisine Güncel Yaklaşım. *Türkiye Klinikleri Journal of Health Sciences*, 2(3): 192-200.

Shan, L., Molberg, O., Parrot, I., Hausch, F., Filiz, F., Gray, G.M., Sollid, L.M. Khosla, C. 2002. Structural basis for gluten intolerance in Celiac sprue. *Science*, 297: 2275-2279.

Sivaramakrishnan, H.P., Senge, B., Chattopadhyay, P.K. 2004. Rheological Properties of Rice Dough for Making Rice Bread. *Journal of Food Engineering*, 62 (9): 37-45.

Soronja-Simovic, D., Pajin, B., Subaric, D., Dokic, L., Seres, Z., Nikolic, I. 2016. Quality, sensory and nutritional characteristics of cookies fortified with chestnut flour. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41: 1-9.

Soya, S., Ün, C. 2014. Çölyak Hastalığındaki Moleküler ve Genetik Gelişmeler. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 57: 274-282.

Soylu, A. 2004. Kestane yetiştiriciliği ve özellikleri. Genişletilmiş II. baskı, Hasad Yayıncılık, ISBN 975-8377- 37-X, İstanbul.

Sudha, M.L., Vetrmani, R., Leevathi, K. 2007. Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. *Food Chemistry*, 100: 1365-1370.

- Suliman, A.A., Zhu, K.X., Peng, W., Hassan, H.A., Obadi, M., Siddeeg, A., Zhou, H.M. 2019.** Rheological and quality characteristics of composite gluten-free dough and biscuits supplemented with fermented and unfermented *Agaricus bisporus* polysaccharide flour. *Food Chemistry*, 271: 193-203.
- Şahin, H., Topuz, A., Pischetsrieder, M., Özdemir, F. 2009.** Effect of roasting process on phenolic, antioxidant and browning properties of carob powder. *European Food Research and Technology*, 230: 155-161.
- Theethira, T.G., Dennis, M. 2015.** Celiac disease and the gluten-free diet: consequences and recommendations for improvement. *Digestive Diseases*, 33(2): 175-182.
- Thom, S., Longo, B.M., Running, A., Ashley, J. 2009.** Celiac disease a guide to successful diagnosis and treatment. *The Journal for Nurse Practitioners*, 244-253.
- Thompson, T. 2000.** Folate, iron, and dietary fiber contents of the gluten-free diet. *Journal of The American Dietetic Association*, 100(11): 1389-1396.
- Torbica, A., Hadnadev, M., Hadnadev, T.D. 2012.** Rice and buckwheat flour characterisation and its relation to cookie quality. *Food Research International*, 48(1): 277-283.
- Tsen, C.C., Hoover, W.J. 1973.** High-protein bread from wheat flour fortified with fullfat soy flour. *Cereal chemistry*. AGRIS Database.
- Turhan, İ. 2005.** Sürekli sistemde keçiyoynuzu ekstraksiyonu üzerine araştırma, *Yüksek Lisans Tezi*, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya.
- Turhan, İ., Tetik, N., Karhan, M. 2007.** Keçiyoynuzu pekmezinin bileşimi ve üretim aşamaları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2: 39-44.
- Türksoy, Ş., Özkaya, B. 2006.** Gluten ve Çölyak Hastalığı. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Urgancı, N. 2005.** Çölyak hastalarına ekmek zehir oluyor. <http://212.174.46.149/w/dergi/basinpdf/> (Erişim tarihi: 8 Kasım 2004).
- Van Bergeijk, J.D., Mulder, C.J., Thies, J.E. 1993.** Coeliac disease. Three cases of delayed diagnosis after a sojourn in the tropics. *Netherlands Journal of Medicine*, 43(56): 222-226.
- Verbek, W. 2005.** Consumer acceptance of functional foods: socio-demographic, cognitive and attitudinal determinants. *Food Quality and Preference*, 16: 45-57.
- Vitali, D., Dragojević, I.V., Šebečić, B. 2009.** Effect of incorporation of integral raw material and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits, *Food Chemistry*, 114: 1462-1469.
- Yalçın, S. 2005.** Glutensiz Erişte Üretimi Üzerine Bir Araştırma, *Yüksek Lisans Tezi*, HÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Yıldız, M. 2012.** Karabuğday (*Fagopyrum esculentum Moench.*) ve lüpen (*Lupinus albus L.*) unlarının glutensiz bisküvi üretiminde kullanımı üzerine bir araştırma. *Doktora Tezi*, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Yousif, A., Alghzawi, H.M. 2000.** Processing and characterization of carob powder. *Food Chemistry*, 69: 283-287.
- Yurdakul, E. 2008.** Kahvaltılık gevrekleri zenginleştirmek amacıyla üretilen dondurarak kurutulmuş kestanenin kalite kriterlerinin değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Yönel, O., Özdil, S. 2014.** Çölyak Hastalığı. *Güncel Gastroentoloji*, 93-100.
- Zoulias, E.I., Oreopoulou, V., Tzia, C. 2002a.** Textural properties of low-fat cookies containing carbohydrate- or protein-based fat replacers. *Journal of Food Engineering*, 55: 337-342.

Zoulias, E.L., Oreopoulou, V., Kounalaki, E. 2002b. Effect of fat and sugar replacement on cookie Properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82: 1637-1644.

Zunft, H.J.F., Lüder, W., Harde, A., Graubaum, H.J., Koebnick, C., Grünwald, J. 2003. Carob pulp preparation rich in insoluble fibre lowers total and LDL cholesterol in hypercholesterolemic patients. *European Journal of Nutrition*, 42: 235-242.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Kübra TOPALOĞLU
Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa, 20.09.1991
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Osmangazi Gazi Anadolu Lisesi, 2009
Lisans : Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği, 2014
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Müh. A.B.D., 2019

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : Maltepe Üniversitesi, 2015

İletişim (e-posta) : kubra.topaloglu@gmail.com

Yayınları :