

**T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**FARKLI UN KAYNAKLARI KULLANILARAK ÜRETİLEN GLUTENSİZ
BİSKÜVİLERİN FİZİKOKİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gönül SİLAV

(Y1213.040024)

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Gıda Mühendisliği Programı**

Tez Danışmanı: Yrd.Doç. Dr. Zeynep TACER CABA

Haziran, 2017





T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi

Enstitümüz Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Gıda Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı **Y1213.040024** numaralı öğrencisi **Gönül SİLAV**'ın "**FARKLI UN KULLANARAK ÜRETİLEN GLUTENSİZ BİSKÜVİLERİN FİZİKOKİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 20.06.2017 tarih ve 2017/14 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından **ay. birliği** ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak **Kabul** edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi : 13/07/2017

1) Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Zeynep TACER CABA

.....
ZTC

2) Jüri Üyesi : Doç. Dr. Neşe ŞAHİN YEŞİLÇUBUK

.....
Neşe Şahin

3) Jüri Üyesi : Prof. Dr. Güner ARKUN

.....
G.Öz

Not: Öğrencinin Tez savunmasında **Başarılı** olması halinde bu form **imzalanacaktır**. Aksi halde geçersizdir.



YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Farklı Un Kaynakları Kullanılarak Üretilen Glutensiz Bisküvilerin Fizikokimyasal Ve Duyusal Özelliklerinin Araştırılması ” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (/ /2017)

Gönül SİLAV







Sevgili Aileme,



ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim süresince her konuda gönül rahatlığıyla danışabildiğim yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Zeynep TACER CABA'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Lisans Eğitimimde büyük destek veren ve ufkumun açılmasında ciddi rolleri olan Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Başkanı Prof. Dr. Şebnem TAVMAN'a, Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Gıda Kalite Kontrol Bilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Gülden OVA'ya ve Yrd. Doç. Dr. Kemal DEMİRAĞ'a teşekkür ederim.

Yüksek Lisans yaptığım süre boyunca çalışmakta olduğum Tetra Grup ailesine bana göstermiş oldukları her türlü destek ve anlayış için teşekkür ederim.

Yaşamım boyunca yanımda olan, sevgi dolu büyük kalpleri ile bana her zaman güç veren canım aileme sonsuz teşekkürler.

Haziran, 2017

Gönül SİLAV



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	ix
İÇİNDEKİLER	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
ABSTRACT	xix
1 GİRİŞ	1
2 LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
2.1 Beslenme ve Bazı Besin Reaksiyonları:	3
2.2 Besinlerin Alımı Sonrası Meydana Gelebilecek İstenmeyen Reaksiyonlar ..	3
2.2.1 Gıda Alerjileri (<i>İmmünolojik</i>)	3
2.2.2 Gıda İntoleransı (İmmünolojik olmayan).....	4
2.3 Hububatlar	5
2.4 Gluten	6
2.5 Çölyak Hastalığı ve Etmenleri :	7
2.6 Glutensiz Gıda Üretimi İçin Hammadde Alternatifleri	8
2.6.1 Hububat Unları.....	9
2.6.2 Bazı Sebze Unları.....	10
2.6.3 Yağlı Tohum Unları	11
2.6.4 Nişasta ve Gamlar (Hidrokolloidler).....	12
2.6.5 Süt Ürünleri.....	13
2.7 Fonksiyonel Gıda Olarak Dirençli Nişasta ve Liflerin Sağlık Etkileri.....	13
2.8 Glutensiz Bisküvi Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	15
3 MALZEME VE YÖNTEM.....	19
3.1 Malzeme	19
3.2 Yöntem	20
3.2.1 Bisküvi Üretim Aşamaları.....	20
3.2.2 Kimyasallar	20
4 ANALİZLER.....	21
4.1 Bisküvilerde Kimyasal Analizler	21
4.1.1 Toplam Nem Miktarı Tayini	21
4.1.2 Toplam Kül Miktarı Tayini	21
4.1.3 Toplam Protein Miktarı Tayini	22
4.1.4 Toplam Diyet Lifi Miktarı Tayini	22
4.1.5 Yağ Tayini.....	23
4.2 Bisküvilerde Fiziksel Analizler	24
4.3 Su Absorpsiyonu Analizi	25
4.4 Renk Analizi.....	25
4.5 Tekstür Analizi	26
4.6 Depolama Süresi Boyunca Yapılan Analizler.....	27
4.6.1 Depolama Süresi Boyunca Nem Testi	27

4.6.2	Peroksit Değeri Tayini	27
4.6.3	Küf - Maya Sayımı	28
4.7	Duyusal Testler	29
4.8	Yağ Asitleri Kompozisyon Testi	29
5	İSTATİSTİKSEL DEğERLENDİRME.....	31
6	BULGULAR VE TARTIŞMA.....	33
6.1	Hammadde Kompozisyon Analizleri	33
6.2	Bisküvi Kimyasal Analiz Sonuçları	35
6.3	Bisküvi Örneklerinde Fiziksel Analiz Sonuçları	37
6.4	Bisküvi Örneklerinde Renk Testi Sonuçları	39
6.5	Su Absorpsiyon Kapasitesi Testi	41
6.6	Duyusal Özellikler	42
6.6.1	Görünüm.....	43
6.6.2	Renk	44
6.6.3	Koku	45
6.6.4	Lezzet	46
6.6.5	Doku	47
6.6.6	Genel Beğeni ve Kabul Edilebilirlik	48
6.7	Tekstür Analizi Sonuçları	49
6.8	Depolama Süresi Boyunca Uygulanan Testler ve Sonuçları	50
6.8.1	Depolama Süresi Boyunca Nem Değişimi	53
6.8.2	Depolama Süresi Boyunca pH Değişimi	54
6.8.3	Depolama Süresi Boyunca Peroksit Değişimi	55
6.9	Yağ Asitleri Kompozisyonu Test Sonuçları	57
7	SONUÇ.....	61
	KAYNAKLAR.....	63
	ÖZGEÇMİŞ.....	69

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Farklı Hububatlar için Gluten İçerikleri ¹	5
Çizelge 3.1: Bisküvi üretiminde kullanılan hammaddeler ve bisküvi formülasyonları	19
Çizelge 6.1: Hammadde Temel Bileşen Miktarları ¹	33
Çizelge 6.2: Bisküvi kimyasal analiz sonuçları	36
Çizelge 6.3: Bisküvi formülasyonlarına ait fiziksel özellikler ¹	37
Çizelge 6.4: Bisküvi formülasyonlarına ait Renk Test Sonuçları ¹	39
Çizelge 6.5: Bisküvi formülasyonlarına ait Su Absorpsiyon Test Sonuçları ¹	41
Çizelge 6.6: Bisküvi formülasyonlarına ait duyuusal test sonuçları	42
Çizelge 6.7: Bisküvi formülasyonları için Tekstür sonuçları	50
Çizelge 6.8: Bisküvi formülasyonları için depolama süresi boyunca uygulanan testler ¹	52
Çizelge 6.9: Depolama Süresi Boyunca Nem Değişim sonuçları ¹	53
Çizelge 6.10: Depolama Süresi Boyunca pH değeri değişim sonuçları ¹	55
Çizelge 6.12: Depolama Süresi Boyunca Peroksid Değeri Değişim sonuçları ¹	56



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Buğday için Kimyasal Yapı	6
Şekil 3.1: Soldan sağa çiya tohumu, kestane unu ve karabuğday yer almaktadır.	19
Şekil 4.1: Toplam Kül Tayini için Kullanılan Kül Fırını	21
Şekil 4.2: Diyet Lifi Tayini Cihazı	23
Şekil 4.3: Fiziksel Analizler için Digital Kaliper Aleti	25
Şekil 4.4: (a) ve (b) Renk Analizi için Chromametre Aleti	26
Şekil 6.1: Bisküvi formülasyonlarına ait duyusal test grafiği.	42
Şekil 6.2: Bisküvi formülasyonlarına ait duyusal test 'Görünüm' grafiği.	43
Şekil 6.3: Karabuğdaylı Çiyalı Bisküvi	44
Şekil 6.4: Bisküvi formülasyonlarına ait duyusal test 'Renk' grafiği.	44
Şekil 6.5: Bisküvi formülasyonlarına ait duyusal test 'Koku' grafiği.	45
Şekil 6.6: Bisküvi formülasyonlarına ait duyusal test 'Lezzet' grafiği.	46
Şekil 6.7: Bisküvi formülasyonlarına ait duyusal test 'Doku' grafiği.	47
Şekil 6.8: Bisküvi formülasyonlarına ait duyusal test 'Genel Kabul Edilebilirlik' grafiği.	49
Şekil 6.9: Depolama Süresi Boyunca Nem Değişimi Grafiği.	53
Şekil 6.10: Depolama Süresi Boyunca pH Değişimi Grafiği.	55
Şekil 6.11: Depolama Süresi Boyunca Peroksit Değeri Değişim Grafiği.	57



FARKLI UN KAYNAKLARI KULLANILARAK ÜRETİLEN GLUTENSİZ BİSKÜVİLERİN FİZİKOKİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Çölyak hastalığı, gluten alımına bağlı bağışıklık sisteminin yanıtı şeklinde olup, ince bağırsakta oluşan kronik, enflamasyonlu bir hastalıktır. Bu hastalık gluten içeren gıdalara duyarlı kişilerde her yaşta ortaya çıkabilir. Farklı ve arzu edilen gluten içermeyen atıştırılabilir ürünlerin üretilmesi, tüketicilerin yaşam kaliteleri için önemlidir. Bu çalışmada, karabuğday unu ve kestane unu, glutensiz bisküvi formülasyonları üretmek için temel bileşenler olarak kullanılmış, buna karşılık çiya tohumları ile alternatifler de değerlendirilmiştir. Bu nedenle, kullanılan tüm formülasyonlar glutensiz özelliklerine ek olarak "fonksiyonel gıdalar" olarak da düşünülebilir. Öncelikle, bisküvi formülasyonlarında kullanılan bileşenler, toplam kül, nem, protein, karbonhidratlar, yağ, diyet lifi ve toplam enerji gibi kimyasal besin özelliklerine göre değerlendirilmiştir. Üretilen bisküvilerin ise fiziksel özellikleri (ağırlık, hacim, genişlik, kalınlık, yığın yoğunluk ve renk) ve doku özellikleri incelenmiştir. Nihai üründe tüketici tercihleri için depolama süresi boyunca pH, nem, peroksit ve küf maya ölçüm sonuçlarına göre değerlendirme ve duyu analizi testleri de yapılmıştır. Kuru madde bazında elde edilen sonuçlara göre, karabuğday ve kestane sırasıyla % 11,4 ve 5,24 protein, 1,88 ve % 3,83 kül, 1,70 ve % 1,57 yağ, % 72,38 ve % 68,39 karbonhidrat içerdiği tespit edilmiştir. Karabuğday ununun diyet lifi içeriği yaklaşık % 18,04 olarak saptanmıştır. Karabuğday örneklerinde sertlik (48,7 N), kestane numunelerinde (38,3 N), karabuğdaylı çiya tohumu eklenmiş bisküvilerde (37,6 N) ve kestaneli çiyalı ürünlerde (30,1 N) saptanmış olup, çiya ihtiva etmeyen formülasyonların sertlik değeri daha yüksek ölçülmüştür. Kestane numunelerinde yayılma oranının değerleri genelde daha yüksek ve çiya tohumlarının eklenmesinin anlamlı bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Bisküvilerin hacmi tüm örneklerde (25 cm³) oldukça benzerdi. Çiya tohumları içeren numuneler tohumuz numunelere kıyasla belirgin olarak farklı yığın yoğunluğu özelliklerine sahiptir (p<0,05). Ayrıca çiya ihtiva eden formülasyonlarda depolama süresi boyunca yapılan testler incelendiğinde nem, pH ve peroksit değerlerinde ciddi artış görülmektedir. Bu çalışma, glutensiz bisküvi formülasyonlarında nadir fakat fonksiyonel içeriklerin kullanılması ve bunları birçok perspektifte incelenmesi açısından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: *Gluten, Karabuğday, kestane, Çiya, Glutensiz, Bisküvi*



**DETERMINATION OF PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY
PROPERTIES OF GLUTEN-FREE BISCUITS COMPRISING DIFFERENT
FLOUR SOURCES**

ABSTRACT

Celiac disease is a chronic, inflammatory disease occurring in small intestine as an immune response to gluten. This malfunction can appear at any age, when foods containing gluten are introduced into the diet. Production of different and desirable gluten-free snack products is significant for consumers' quality of life. In this study, buckwheat flour and chestnut flour were used as main ingredients to produce gluten-free biscuit formulations while alternatives with chia seeds were also evaluated. Therefore, all formulations used might also be considered as "functional foods" in addition their gluten-free properties. First of all, ingredients used in the biscuit formulations were evaluated for their proximate properties such as total ash, moisture, protein, carbohydrates, lipids, dietary fiber and total energy. Biscuits were evaluated for their physical properties (weight, volume, expansion, thickness and bulk density, color) and texture. Shelf life evaluation and sensory analysis tests for consumer preferences were also performed in the final products. According to the results gathered on dry weight basis, buckwheat and chestnut flour contained 11.4% and 5.24 protein; 1.88 and 3.83 % ash; 1.70 and 1.57% lipids; and 72.38 and 68.39% carbohydrates, respectively. Chestnut dietary fiber content was about 18.04% while buckwheat flour had about 7.56 %. Hardness in buckwheat samples are highest (47.8 N) when compared with chestnut samples (40.8 N) and chia seeds included formulations. Spread ratio values were generally higher in chestnut samples and addition of chia seeds made no significant effects. Volume of biscuits were quite similar in all samples (25 cm³). Samples with chia seeds were significantly different bulk density properties in comparison to samples without seeds. This study was significant for using uncommon but functional ingredients in gluten-free biscuit formulations and investigating them in many perspectives.

Keywords: *Gluten, Buckwheat, Chestnut, Gluten Free, Chia, Biscuit*



1 GİRİŞ

Gluten düşük molekül ağırlıklı gliadin (uzayabilir düşük elastikiyet) ve yüksek molekül ağırlıklı glutenin (düşük uzayabilme ve elastik) proteinlerinin birleşiminden oluşur. Gluten içerikli tahıllar ilgili protein içeriğine bağlı suda çözünmez, şişme özelliği var, şiştiği zaman elastikleşir ve gaz tutabilme yeteneği kazanır ayrıca protein yapıları birbirine bağlanmaktadır.

Günümüzde artan çölyak hastalığı belirtileri ve yaşayan nüfusun yaklaşık %1'i bu hastalıkla mücadele ederken, ne yazık ki uygun diyetle beslenme çeşitliliğinin sınırlı olması bu hastaların karşılaştığı en önemli problemdir. Bu gıdaların düşük besin değeri ve yüksek ürün fiyatlarından dolayı hastalar oldukça zor durumdadır.

Buğday, mısır ve çeltik önemli hububatlar olarak dünyada insanların beslenmesinde ciddi yer edinmiştir. Buğday ve ürünlerinin tüketilmesinin sağlıklı kişiler açısından herhangi bir sakınca oluşturmazken ne yazık ki toplumların aşağı yukarı % 0,3 - 0,5'inin çölyak hastalığı ile mücadele ettiği unutulmamalıdır. Bu kişiler buğday, arpa, çavdar, yulaf ürünleri ve türevlerini içeren mamullerden uzak durmalıdırlar. Çölyak hastalığı dünya üzerinde en sık görülen besin intöleranslarından biri olarak bilinmektedir. Hastalığın insanlarda görülme sıklığı toplumlar arası farklılık ve değişkenlik gösterdiğinden tanı konulmuş hasta sayısı tam olarak saptanamamıştır. Geçmiş yıllara oranla hastalığın daha sık bir şekilde rapor edilmesindeki sebebi ise, tanı test materyal ve metotlarının gelişmesi ve kullanım oranının artmasıyla bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Batı Avrupa ve Kuzey Amerika coğrafyasında yaşamını sürdüren her 300 kişiden birinde çölyak hastalığının baş gösterdiği kaydedilmiştir (Yılmaz ve diğ., 2015). Çalışmamda çölyak hastalığı ve literatür bilgileri araştırılmış ve alternatif hammaddeler kullanılarak fonksiyonel glutensiz bisküvi üretimi hedeflenmiştir.



2 LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Beslenme ve Bazı Besin Reaksiyonları:

İnsanların büyümesinde, gelişmesinde, sağlıklı, kaliteli ve üretken bir yaşam sürdürebilmesi amacıyla ihtiyaç duyduğu gıda maddelerini vücuda alması ve kullanabilmesi olarak ifade edilir. Besin etkileşimleri; çoğunlukla bu besinlerin direkt alımı veya farklı besinlerle birlikte alınabilecek başka etkenlerin, bağışıklık sistemine bağlı ya da bağlı olmayan mekanizmaların oluşturabileceği her türlü alışılmış dışı tepki veya yanıttır. Besin alımına bağlı tepkiler iki grup altında incelenebilir; ilk grup duyarlılığına bağlı herhangi bir alerjenin ve savunma sisteminin tepkisinin söz konusu olmadığı, diğer mekanizmalarla ortaya çıkan, olağandışı yanıtların bulunduğu “Besin İntoleransı” olarak nitelendirilen gruptur. İkinci grup ise immünolojik yani savunma sistemi aracılığıyla besinlere gösterilen aşırı duyarlılık tepkileri olup, savunma sisteminin önemli bir parçası olan immünoglobulin E (IgE) veya antikor moleküllerinin başrolünü oynadığı tepkimler sonucunda meydana geldiği gibi, antikor molekülünün etkisinin olmadığı tepkimler sonucu da gözlenebilir. Bu grup “Besin Alerjileri” olarak tanımlanmaktadır (Assaad, 2006) .

2.2 Besinlerin Alımı Sonrası Meydana Gelebilecek İstenmeyen Reaksiyonlar

2.2.1 Gıda Alerjileri (*İmmünolojik*)

Belirli gıdaların alımına müteakip bağışıklık sisteminin gıdaya karşı gösterdiği sıra dışı tepki veya tepkiler olarak tanımlanmaktadır. Vücuda alınan antijenlerden (yabancı maddelerden) korunmak için bağışıklık sistemi antikor sentezini uyarır ve biyolojik aktif maddelerin üretimi sonucunda alerjik reaksiyon belirtileri ortaya çıkmaktadır (Koppelman ve Hefle, 2006). Cilt hastalıkları, gastrointestinal rahatsızlıklar (Çölyak vb.), solunum sistemi hastalıkları ve diğer alerjik bulgular. Çocuklarda besin alerjileri genellikle bebeklik döneminde başlar, hatta bazen anne karnından başlayarak bireyin

hayatının bir parçası olabilmektedir. Yapılan araştırmalarda, toplumun en az %15-20'si herhangi bir besine karşı kendisini rahatsız ettiğine inandığını belirtilmektedir. Besin alerjilerinin görölme sıklığı çocuklarda genelde %2-8 arasında değişirken yetişkinlerde bireylerde bu değer %1 civarında, genel nüfusta görölme sıklığı ise %2 dolaylarındadır. Gıda alerjileri sadece besinlerin direkt tüketimi ile görölmüyor dokunma ve hatta kokunun solunması ile de ortaya çıkabilmektedir (Öztürk ve Besler, 2012). Çocukluk çağında önemli düzeyde allerjik hastalıklara rastlanma sıklığındaki artış, daha güvenilir ve daha az riskli alerji testlerine olan gereksinimi de artırmıştır (Yılmaz ve diğ., 2009). Besin alerjisine neden olan gıdalar 14 adet besin olarak tanımlanmaktadır; gluten içeren hububatlar, kabuklular, yumuşakçalar, yumurta, balık, yer fıstığı, fındık, soya fasulyesi, süt, kereviz, hardal, susam, acı bakla ve kükürt dioksit (Commission-Directive 2006/142/EC).

Daha önce bir çalışmada besin alerjisi ve D vitamini arasındaki ilişki araştırmış bu konudaki epidemiyolojik verileri karşılaştırmış D vitamini ve besin alerjisi ilişkisi hakkında kesin bir sonuca varmanın zor olduğu görölmektedir. Araştırmalar gıda alerjisi riski yüksek olan bebeklerde ilk 4-6 ayda anne sütü ile beslenmenin önemli olduğunu ileri sürerken, anne sütü ile beslenme olanağı olmayan bebeklerde ise; inek sütü veya soya formölasyonlarından uzak durmaları gerekmektedir (Özmen ve Keleş, 2013).

2.2.2 Gıda İntoleransı (İmmünolojik olmayan)

Bazı spesifik gıdaların tüketimden sonra meydana gelen immün sistem ile ilgisi olmayan metabolik, farmakolojik, toksik veya enfeksiyonel reaksiyonlardır. Bunlar metabolik reaksiyonlar; süt laktoz intoleransı (laktaz enzimi eksikliğine bağlı), diğer sindirim sistemi-absorpsiyon bozuklukları, fenilketonüri rahatsızlıkları, favizm (glikoz 6-fosfat dehidrogenaz eksikliğine bağlı), fruktoz intoleransı (aldoz eksikliğine bağlı), alkol intoleransı (aldehiddehidrogenaz eksikliği) ve pankreas rahatsızlıklarıdır (Arıcan ve Hacımustafaoğlu, 2002). Farmakolojik reaksiyonlar; kafein, histamin ve triamin içeren gıdaların tüketilmesiyle meydana gelen olumsuzlukları kapsamaktadır. Toksik reaksiyonlar; katkı maddeleri gıda boyaaları, deniz ürünleri toksini, ağır metal, ve pestisit kontaminasyonlarına maruz kalan gıdaların tüketilmesiyle meydana

gelirler. Enfeksiyonel reaksiyonlar ise; parazitik, bakteriyel ve viral kaynaklı olabilirler (Guandalini ve Newland, 2011).

2.3 Hububatlar

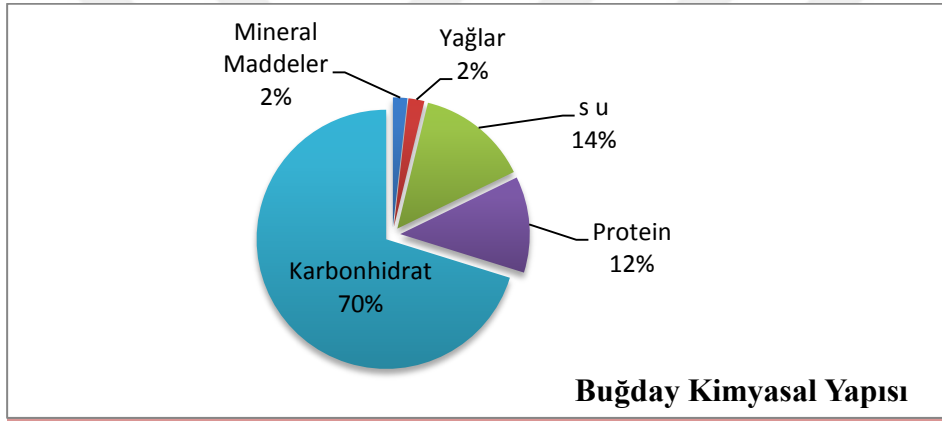
Buğdaygiller (*Poaceae Gramineae*) familyasına mensup ve dünyada 2 milyar ton/yıl üretim kapasitesine sahip besin grubudur. Üretimi yapılan hububatların % 70' i insanlar tarafından, % 20' si hayvan yemi olarak, % 9' u tohumluk olarak, % 1' i endüstriyel (kağıt üretimi vb.) olarak tüketilmektedir. Yüksek oranda karbonhidrat (%70) yanı sıra protein ve az da olsa yağ içerirler. Toplumların gelişmişlik düzeyi, sosyal ve ekonomik yapıları ve insanların beslenme yatkınlıkları tüm dünyada ve ülkemizde hububat ürünlerini önemli kılmaktadır (Türksoy ve Özkaya, 2006). Hububat esaslı gıdaların ucuz olması ve yüksek iklimsel uygunlukları az gelişmiş ülkelerde bu besin grubuna olan ilgi artmakta ve nüfusun % 90'ından fazlası günlük enerji ihtiyacını buğdaygiller familyasından karşılamaktadır. Hububatlar iklim isteklerine göre serin iklim (buğday, arpa, çavdar ve yulaf) ve sıcak iklim hububatları; mısır, çeltik, millet (kuş yemi) ve sorghum (darı) olarak iki gruba ayrılmaktadır (Belitz ve diğ., 2009).

Çizelge 2.1: Farklı Hububatlar için Gluten İçerikleri¹

Hububatlar	Toplam Protein İçeriği (g/100 g)	Glutenin + Gliadin içeriği (mol %)
Buğday	11,3	31,1
Çavdar	9,4	23,6
Arpa	11,1	24,8
Yulaf	10,8	19,5
Pirinç	7,7	15,4
Darı	10,5	17,1
Mısır	8,8	17,7

¹Kumar ve diğ., 2016 çalışmasına ait verilerdir.

Arkeolojik kazılardan elde edilen bilgilere göre, buğday ortalama 8000 yıllık geçmişe sahip olduğu konusunda bulgular mevcut ayrıca buğdayın anavatanının, Mezopotamya (İran, Irak, Suriye çevreleri) olduğu tahmin edilmektedir. Buğday kimyasal yapısında yer alan ve değirmencilik açısından önemli 4 adet protein grubu şöyledir; albüminler, globülinler, gliadin ve glutenin'dir. Albuminler; toplam protein yapısındaki oranı % 2,5 ve saf suda çözünebilir proteinler olarak bilinmektedir. Globulinler; saf suda çözünmeyip, hafif tuzlu suda çözünürler. Toplam protein miktarı içerisindeki oranı % 5' dir. Gliadin alkolde çözünebilir, toplam protein miktarının %40-50' sini oluşturan ve hamurun uzamasından sorumludur. Glutenin asidik ortamlarda çözünebilir, toplam protein miktarındaki oranı %40-50 dolaylarındadır ve hamurun elastikiyetinden sorumludur (Delcour ve diğ., 2012; MacRitchie, 2014).



Şekil 2.1: Buğday için Kimyasal Yapı

2.4 Gluten

Buğday, arpa çavdar ve yulaf gibi hububatların ana yapısını oluşturan proteindir. Gluten gliadin ve glutenin olmak üzere iki adet alt grup proteinden oluşmaktadır. Gluten kuru madde bazında % 75-86 protein içerirken, geri kalanı ise karbonhidrat ve yağ olarak protein matrisi içinde güçlü bir şekilde tutulur (Blokma ve Bushuk, 1998). Gluten matrisi hacimsel büyüme, elastik yapı oluşturma, karıştırma toleransı, gaz tutma kabiliyeti gibi hamurun önemli özelliklerinin belirleyicisi olarak rol almaktadır (Gallagher ve diğ., 2004). Hububat ürünlerinin hamur yapısında glutenin elastik özelliklere katkıda bulunurken, gliadin ise, viskoz özelliklerin gelişmesine katkıda bulunur (Delcour ve diğ., 2012; MacRitchie, 2014). Gliadin alkolde çözülebilen ve

toksin içeriği en yüksek olan gluten fraksiyonudur. Gliadin'in sindirilemeyen moleküllerinden örneğin 33 amino asit içerikli peptidlerin α -gliadin fraksiyonu, gluten içeren diyet tüketimlerinde mide, bağırsak ve pankreas sindirimlerine karşı direnç gösterirken ince bağırsak lümenine yapışıp kalmaktadır (Green ve Cellier, 2007). Yüksek kalitede hububat ürünlerinin formülasyonunda önemli bir yapı taşı olan gluten proteinin çıkarılması ise ciddi teknolojik zorluklar yaratmaktadır (Gallagher ve diğ., 2004).

2.5 Çölyak Hastalığı ve Etmenleri :

Çölyak teşhislerin düşük olmasının en belirgin nedeni birçok insanın hastalığından haberdar olmaması ve bu hastalığın yetersiz klinik tanıtımlarından dolayı toplum tarafından yeterince bilinmemesidir (Kaswala ve diğ., 2015). Gluten alımı ile ince bağırsak iç duvarında absorpsiyonu sağlayan çıkıntılar (villi) tahribata uğramakta ve kısalmakta, hatta hastalığın ilerlemesi ile tamamen yok olur ve bağırsak iç yüzeyi düzleşir. Villilerin yüzeyindeki tek sıra "kripta" hücreleri ise kalınlaşmaktadır. Böylece bağırsak absorpsiyonun gerçekleştiği yüzeyde küçülme ve besin emilimi de güçleşmektedir. Genetik, sosyal, duygusal ve çevresel faktörlerin etkisiyle beliren hastalığın, multifaktöriyal bir hastalık olduğu düşünülmektedir. Bebeklik döneminde anne sütü alımına, glutenli diyet ile beslenme yaşına, süregelen beslenme alışkanlıkları ve günlük tüketim miktarı etkili olabilecek başlıca çevresel faktörlerdir (Türksoy ve Özkaya 2006). Birçok epidemiyolojik çalışma ile belirtildiği üzere çevresel faktörler hastalığın oluşumunda önemli rol oynamaktadır. Rotavirüs enfeksiyonu gibi gastrointestinal viral enfeksiyonların ortaya çıkmasının, küçük çocuklarda çölyak hastalığı riskini artırdığı düşünülmektedir. Son yıllardaki çalışmalar incelendiğinde bebeklerde ilk 15 gün anne sütü ile beslenmede bu hastalıktan koruyucu etkisi gözlenirken, süttten kesmenin ise hastalığa yakalanma riski ile ilişkilendirilmektedir (Green ve Cellier, 2007). Annelerin 4-7 ay arasında gluten içerikli diyetle başlamaları önerilmektedir. Genetik olarak çölyak hastalığı yatkınlığı olmayan çocuklarda 4. aydan itibaren gluten içerikli diyetlerle beslenmeleri bu hastalığa yakalanmada herhangi bir risk faktörü yaratmamaktadır (Lengliné ve diğ., 2015). Bu rahatsızlık arpa, buğday, çavdar ve yulaf gibi hububatların doğal

yapısında bulunan gluten proteinine hassasiyet olarak görülmektedir. Bu kişilerin gluten proteini içeren besinleri tüketimleri ile immunolojik gıda alerjisi olarak nitelendirilen gastrointestinal bulgulardır. İnce bağırsaklarda tüm tabakalar tutulur ve mikrovilluslerde kısalma, villüslarda düzleşme, lenfosit ve plazma hücrelerinde artış görülür. Bu durumda ince bağırsakta hasar ve besin emiliminde azalmaya neden olmaktadır (Green ve Cellier, 2007). Çölyak hastalığı genetik ve genellikle ailenin otoimmün hastalıklara yatkınlığı ile ilişkilendirilmektedir (Kaswala ve diğ., 2015). Sağlıklı gıda ve uygun diyetle beslenme, çölyak hastalığının iyileşmesinde önemli bir rol oynamaktadır ve bugüne kadar tek uygulanabilir tedavi yöntemidir (Jnawali ve diğ., 2016). Bu hastalığın genel semptomları bağırsak sıkıntıları nedeniyle ishal problemleri, karın bölgesi şişliği ve yetersiz beslenmedir. Küçük çocuklarda istifra, ishal, karında şişlik, iştahsızlık, kilo kaybı ve boy artışında yavaşlama gibi tipik belirtilerle ortaya çıkabileceği gibi daha ileri yaşlarda sadece kansızlık, boy kısalıkları, kemik yapısında güçsüzlük ve nedeni bilinmeyen karaciğer hastalıkları gibi çok değişik belirtilerle de görülebilir. Bu belirtiler bağışıklık sisteminin gluteni antijen olarak algılamasından kaynaklı olarak verdiği bir cevaptır (Türksoy ve Özkaya 2006).

2.6 Glutensiz Gıda Üretimi İçin Hammadde Alternatifleri

Glutensiz ürünlerin en büyük handikaplarından biri, alerjik problemlere yol açan proteinlerin uzaklaştırılması dolayısıyla besin değerlerindeki azalmadır. Bu tip ürünlerde uzaklaştırılan protein grubu yerine ikame edilecek katkılar ve/veya alternatif ham maddeler besin değeri eksiklerini giderecek nitelikte olması beklenmektedir (Gallagher ve diğ., 2004). Üreticiler glutensiz ürünlerin hazırlanmasında gluten yerine ikame edilecek uygun alternatifleri bulmakta büyük zorluklar yaşamaktadırlar (Jnawali ve diğ., 2016). Glutensiz fırın ürünlerinde yapı, ağız hissi, kabul edilebilirlik ve raf ömrünün iyileştirilmesi en önemli sorunlar olup, son yıllarda glutensiz ürünlere artan talepleri karşılayabilmek amacıyla alternatif ham madde olarak glutensiz hububat unları ve nişastaları, süt ürünleri, zamklar, hidrokolloidler, glutensiz proteinler, prebiyotikler ve bunların kombinasyonlarının kullanımı üzerine çalışılmaktadır. Hububat taneleri, meyve ve sebze içeren diyetler yeterli düzeyde lif içeriği

sağlamaktadırlar. Diyet lifinin kaba atıkları bağırsakta kapladığı hacimden dolayı, sağlıklı bir bağırsağa katkıda bulunmasıyla ilgili rolü uzun süredir bilinmektedir. Diyet lifi temelde çözünür ve çözünmeyen lifler olmak üzere ikiye ayrılır. Çözünmeyen diyet lifleri bağırsağın çalışma düzeni ile ilişkili olup, dışkı ağırlığı ve frekansın artmasına bağlı bağırsaktaki geçiş süresinin azalmasına neden olur.

2.6.1 Hububat Unları

Pirinç, mısır, sorghum ve karabuğday ve kinoa gibi ham madde alternatifleri glutensiz ürünlerin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Pirinç unu, uygun tadı, beyaz rengi, hipoalerjenik özellikleri, düşük protein ve sodyum içeriği ve sindirilmiş karbonhidratların varlığı nedeniyle fırıncılık uygulamalarında tercih edilen ham madde kaynağıdır. Pirinç unu albumin / globülin / prolamin / glutelin oranına bakıldığında diğer hububatlarla göre daha yüksek konsantrasyonda glutelinleri ve daha düşük düzeylerde prolaminleri içerdiği görülmüştür (Hamaker, 1994). Ana vatanı Etiyopya olan teff ise; glutensiz uygulamalara uygun yüksek lif içeriği, mükemmel amino asit kompozisyonu ve genel olarak yüksek besin içeriği ile çölyak hastaları için uygun olabilecek bir hububat çeşididir (Gebremariam ve diğ., 2012). Sorgumda yapılan immunokimyasal, moleküler ve in-vitro ve in-vivo çalışmalar, çölyak hastaları için toksik olan peptidleri içermediğini desteklemektedir. Farklı sorgum çeşitlerinden alınan örneklerinin alkolde çözünür prolaminlerin analiz sonuçlarında toksik gliadin benzeri peptid molekülerinin olmadığı saptanmıştır (Pontieri ve ark., 2013). Karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) yıllık bir bitki olup yalancı tahıl olarak nitelendirilmektedir. Karabuğday çeşitleri çok olmakla birlikte ancak 9 tanesinin tarımsal ve besleyici değeri mevcuttur. *F. esculentum* ve *F.tartaricum* tarımı yapılan en yaygın karabuğday çeşitleridir. Vitamin içeriği ile zengin olan karabuğday unu özellikle B vitamini grubu, yüksek lizin, demir, bakır ve magnezyum içeriğinden dolayı buğday unundan üstündür. Karabuğday unu, kateşinler ve diğer önemli polifenol içeriği ve potansiyel antioksidan aktivitelerinden dolayı büyük önem taşır, genel olarak sağlık üzerine yararlı etkilerinden dolayı fonksiyonel gıda niteliği taşımaktadır (Baljeet ve diğ., 2010). Karabuğday unu ekmek, kurabiye, turta, krep, makarna vb. ürünlerin imalatında kullanılabilir. Anavatanı Güney Amerika olan

kinoanın, Bolivya ve Peru'da tarımı M.Ö. 3000 yılından beri yapılmaktadır (Lindeboom 2005; Tan ve Yöndem 2013). Kinoa tohumu kimyasal yapı olarak protein, Ca, Mg, Fe, Zn gibi mineraller, diyet lifi ile E ve B grubu vitaminlerini içerir. Ayrıca esansiyel aminoasitlerin tamamını içeren kinoa lizin, sistein ve methionin aminoasitleri açısından da zengin olduğundan çok iyi bir protein kaynağı olarak kabul edilmektedir. Buğday, çavdar, yulaf, darı, mısır ve pirinçten çok daha fazla protein içermektedir. Yağlı tohumlardan az ancak hububatlarla kıyaslandığında yüksek yağ içeriğine sahiptir. Kinoa'nın glutensiz oluşu çölyak hastaları ve vegan beslenmede duyarlı kişilerin beslenmesinde protein ve karbonhidrat ihtiyaçlarını karşılayan zengin bir besin ögesidir. Bunların yanı sıra kinoa kolesterol de içermemektedir (Tan ve Yöndem, 2013; Yıldız ve diğ., 2014; Iglesias-Puig ve diğ., 2015). ABD'de yaklaşık on yıldır çok yaygın olarak tüketilen kinoa, ülkemizde ise yeni yeni tanınmaya başlanmıştır (Tan ve Yöndem 2013). Çoğunlukla beyaz ve sarı renkli kinoa tohumu şeklinde tüketimi varken, ABD'de pirinç gibi pilav yapımında kullanılmaktadır. Kinoa unu makarna, krep, ekmek, bisküvi, kek ve kraker yapımında kullanılabilir. Bunların yanı sıra kinoa'nın darı ile fermentasyonu uğraması sonucu bira benzeri içecekler de üretilmektedir (Lorenz ve Coulter, 1991; Ahamed ve diğ., 1998; Tan ve Yöndem, 2013). Genel olarak pirinç ve mısır protein, diyet lifi ve folat açısından düşük değerlere sahipken, kinoa ve karabuğday zengin yağ asidi içeriği ve yüksek protein değerleri ile iyi bir glutensiz un alternatifi sunmaktadır (Hager ve diğ., 2012).

2.6.2 Bazı Sebze Unları

Patates, bezelye ve baklagiller familyasından mercimek, soya, nohut ve acı bakla glutensiz un üretiminde kullanılan ham madde kaynaklarıdır. Baklagillerin doğal yapısında bulunan diyet lifi gıdalara eklenmesiyle fonksiyonel özellik niteliği kazandırmaktadır (Lo, 1989). Baklagillerdeki diyet lifleri çözünübilirlik, su ve yağ tutma kapasitesi, iyon değiştirme kapasitesi gibi birçok önemli fizikokimyasal özelliklere sahiptir (Gordon, 1989). Acı bakla yüksek lizin içeriği ile mükemmel bir protein kaynağıdır. Yapılan çalışmalarda yaklaşık %32.2 protein, %16.2 ham diyet lifi ve zengin yağ asidi içeriğine sahip olduğu görülmektedir (Erbaş ve diğ., 2005). Yüksek kalsiyum (Ca), fosfor (P) ve magnezyum (Mn) içeriğiyle hububat ürünlerini mineral açısından önemli

ölçüde zenginleştirmektedir. Acı bakla unu rahatız etmeyen kokusu, açık rengi ve kabul edilebilir lezzeti sayesinde kolaylıkla farklı un kombinasyonlarında kullanılabilir (Clark ve Johnson 2002). Nohut (*Cicer arietinum L.*), baklagiller ailesinden iyi bir glutensiz protein kaynağıdır (Berrios, 2012). Dirençli nişasta içeriği yüksek olan nohut, düşük glisemik indeks ve serum lipid profili sayesinde sağlık üzerine olumlu etkileriyle fonksiyonel bir gıda maddesi olarak nitelendirilmektedir. (Pittaway ve diğ., 2008). Baklagiller gibi karbonhidratlar dirençli nişasta içeriğinden dolayı, bakliyat tüketiminden sonra kandaki glikoz salınımı miktarı sindirim hızı düşüklüğü ile ilişkili olduğu bulunmuştur (Jenkins ve diğ., 1982; Tovar ve diğ., 1992). Patates dünya üretiminde önemli yere sahip buğday, pirinç ve mısırdan sonra en çok üretilen 4. üründür. Patates diğer hububatlarla kıyaslandığında lizin proteinince zengin olup kimyasal yapı olarak %75,5 su, %19,4 karbonhidrat, %2 protein, %1 kül ve %0,1 yağ içerir. Düşük girdi maliyeti, geniş üretim coğrafyası, kısa üretim döngüsü, yüksek besin değeri, et rengi uygunluğu, tat, doku ve duyuşal açıdan çok yönlülü bir mahsuldür. Ayrıca tatlı patatesler et rengi dolayısıyla β -karoten içeriğinin yüksek., antosiyaninler, toplam fenolikler, diyet lifi, askorbik asit, folik asit ve minerallerden zengindir (Woolfe, 1992).

2.6.3 Yağı Tohum Unları

Fındık, badem, kestane, ceviz ve kaju fıstığı ve diğer tohum unları keten tohumu, çiya tohumu, kabak çekirdeğı tohumundan elde edilen unlar glutensiz ürünlerde ham madde alternatifi olarak değerlendirilmektedir (Jnawali ve diğ., 2016). Güney Meksika'nın yerli bitkisi olan çiya (*Salvia hispanica L.*) *Lamiaceae* familyasından olup bölgede binlerce yıldır tarımı yapılmaktadır. Çiya tohumları gıda sanayinde kullanımının yanı sıra hızlı kuruma özelliğinden dolayı gıda endüstrisi dışında boyama ve vernikleme amacıyla kullanım olanağına da sahiptir (Bushway ve diğ., 1981). Son yıllarda çiya bitkisi tohumlarında yapılan çalışmalarda, tohumun özellikleri ve kullanılabilirliği araştırılmıştır. Yağ oranı % 30–33 civarında olan çiya tohumu, bu oranın yaklaşık %60'ı linoleik asit olarak saptanmış olup tüketici sağlığına çeşitli faydalar sağlayan omega-3 kaynağıdır (Rosamond, 2002). Gıda endüstrisinde kullanılan diğer yağlı tohumlara benzer olarak çiya tohumunun kimyasal kompozisyonu yaklaşık % 18–30 oranında diyet lifi, %15–25 protein, %26–41

karbonhidrat ve %4-5 kül içerdiği bilinmektedir. Ayrıca yüksek oranda vitamin, mineral ve antioksidan kaynağıdır (Ixtaina ve diğ., 2008). Protein izolatu eldesinde bitkisel kaynak olmasının yanı sıra, gıdaların besleyici kalitesini de artırabilecek işlevsel özelliklere sahip katkı maddeleri olarak artan kullanımlarından ötürü ilgi çekmektedir (Lqari ve diğ., 2002). Çiya tohumu yağı önemli miktarda çoklu doymamış yağ asitleri ve önemli miktarlarda diyet lifi muhtavasıyla yüksek kardiyovasküler rahatsızlıkların önlenmesinde önemli bir rol oynayabilir (Ayerza, 1995).

2.6.4 Nişasta ve Gamlar (Hidrokolloidler)

Nişastalar ve hidrokolloidler, hububat esaslı gıdalara doku ve görünüm özelliklerini vermek için fırıncılık endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Ward ve Andon, 2002). Diyet lifleri ile zenginleştirilmiş glutensiz ürünlerin geliştirilmesi birçok teknoloji ekipleri için araştırma konusu olmuştur (Codex Alimentarius Komisyonu, 2000). İnülin ve oligofruktoz genellikle hindiba köklerinden elde edilen, sindirim enzimlerine karşı direnç gösteren β -2-1 bağları ile fruktoza bağlandığı için, diğer karbonhidratlarla kıyaslandığında düşük enerji değerlerine sahip bir diyet lifidir. Polisakkarit yapısındaki bu karbonhidratlar sindirime karşı dirençli olup, ince bağırsaklarda emilime uğramamadan kalın bağırsak kanalına geçmeleri nedeniyle, diğer karbonhidratlara göre daha düşük enerji içeriğine sahiptirler (Yabancı, 2010). İnülin ve oligofruktozun sağlık üzerine en önemli etkisi ise, kalın bağırsaklarda bifidobakterilerin gelişmesini uyarmalarıdır (Gibson ve Roberfroid, 1995). İnülin veya oligofruktoz tarafından salınımları artan bifidobakter, zararlı bakterilerin üremesini engellerken, bağışıklık sistemi ile ilgili fonksiyonların uyarılmasını, B grubu vitaminlerinin sentezini ve bazı minerallerin emiliminin artmasını sağlar (Yabancı, 2010). Gamlar glutensiz formülasyonlarda jelleştirme koyulaştırma, su tutma ve doku iyileştirme gibi çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Bunlar çeşitli kaynaklardan türetilirler; tohumlar, meyveler, bitki özleri, yosun yağı ve mikroorganizmalar (Norton ve Foster, 2002). Glutensiz hububat ürünleri formülasyonlarında en yaygın kullanılan gumlar ise; ksantan gam, guar gam, keçiyoynuzu gamı, hidroksi propil metil selüloz (HPMC) ve bunların karışımlarıdır (İşleroglu ve diğ. 2009).

2.6.5 Süt Ürünleri

Süt ürünleri hem besin değeri hem de fonksiyonel özelliklerinden dolayı glutensiz zayıf ürünleri iyileştirme amacıyla kullanılmaktadır. Süt proteinleri son derece fonksiyonel maddelerdir ve çok yönlülüğünden dolayı pek çok fırıncılık ürününe kolayca dahil edilebilirler. Bunlar lezzet, doku iyileştirme ve depolama koşulları iyileştirmedir (Cocup ve Sanderson, 1987; Kenny ve diğ., 2001). Ancak glutensiz zayıf hububat ürünlerinin yüksek laktoz proteini içeren tozlarla takviye edilmesi durumunda, çölyak hastalığına bağlı bağırsak villuslarında önemli hasar oluşan kişilerde laktaz enzimi yetersizliğinden laktoz intoleransı görülebilir (Ortolani ve Pastorello, 1997).

2.7 Fonksiyonel Gıda Olarak Dirençli Nişasta ve Liflerin Sağlık Etkileri

Fonksiyonel gıdaların doğum yeri Japonya olup, beslenme yönünden yeterli olmanın yanı sıra vücutta bir veya birden fazla fonksiyon üzerine pozitif etki sağlama ve/veya hastalık riskini azaltma gibi olumlu etkilere sahip gıdalar olarak tanımlanır. Dünyada bu tip gıdaları tanımlamak için birçok terim kullanılmaktadır, bunlardan bazıları şöyle; nütrosötikler (nutraceuticals), tasarlanmış gıdalar (designer foods), farma gıdalar (pharmafoods), tıbbi gıdalar (medifoods) ve vitafoods sayılabilir (Nehir, 2006).

Nişasta polisakkarit yapısında beslenmede temel karbonhidrat kaynağıdır. Yüksek molekül ağırlığına sahip polimerler amiloz ve amilopektin nişastayı oluşturan iki önemli yapı taşıdır. Nişasta sindirilebilirlik olarak ikiye ayrılır hızlı sindirilebilen ve yavaş sindirilebilen nişasta (dirençli nişasta) olarak sınıflandırılmaktadır.

Nişastanın “Dirençli Nişasta” olarak adlandırılan kısmı, pankreatik amilaz enzimiyle ince bağırsakta enzimatik hidrolize direnç göstererek, kalın bağırsakta bakteriyel fermentasyona uğramakta ve buna bağlı olarak kısa zincirli yağ asitleri oluşumuna ve yararlı bakteri ‘bifidobakteriyum’ hücrelerinin gelişimine destek vermektedir. Dirençli nişasta buna bağlı olarak hiper glisemi oluşumunu etkileyen, prebiyotik özelliklere sahip fonksiyonel bir bileşen olarak kabul edilmiştir (Sajilata ve diğ., 2006; Champ ve diğ., 2001).

Dirençli nişasta ve diyet lifi içeriği zengin glutensiz ürün üretimi için bu fraksiyondan zengin unlarla takviye edilerek elde edilebilir. Wronkowska ve Smietana 2008 çalışmalarında, % 30 ve % 50 oranlarında karabuğday ununun eklenmesinin hamur reolojisi ve ekmek özellikleri üzerine etkilerini analiz etmiştir. Protein ve minerallerin artmasının yanı sıra amilazlara dirençli nişasta seviyesi de yükseldiği belirtilmiştir.

Korus ve diğ., (2009) çalışmalarında, 'dirençli nişastanın glutensiz hamur ve ekmek özellikleri üzerine etkisi' incelenmiştir. Nişasta hammaddesinin dirençli nişasta ile kısmi değiştirilmesi sonucunda ürün depolama süresini arttığı, hamur elastik yapısının iyileştiği ve toplam diyet lifi miktarı % 89 oranında arttığı (çözünmeyen diyet lifi %137 artmış gösterirken çözünebilir diyet lifi % 18 oranında artmıştır) tespit edilmiştir.

Şeker ve diğ., 2006 çalışmalarında, ince bağırsakta enzimatik hidrolize uğramayan ancak kalın bağırsakta fermente olabilen % 30 oranında dirençli nişasta (EDN) ilavesi ile az yağlı, yüksek EDN içeriği olan kabul edilebilir nitelikte bisküvi üretimi gerçekleştirilmiştir. EDN ilave oranı arttıkça bisküvilerin yayılma değerleri azalmış, *L* değerleri artmış, *a* ve *b* değerleri ise önemli düzeyde azalmıştır.

Lifler doğal olarak bitkisel gıdaların yapısında bulunan, genelde bitkilerin kabuk gibi, kısımlarında yoğunlaşan, tüketildiğinde insan metabolizmasında sindirilemeyen ancak sağlık üzerine olumlu etkileri olan nişasta olmayan karbonhidratlardır. Gıdaların lif yapısı son yıllarda diyet lifi ve fonksiyonel lif olmak üzere iki tip olarak tanımlanmaktadır.

Fonksiyonel lif; sağlık üzerine yararlı ve spesifik etkileri olan sindirilemeyen karbonhidrat ve bağ dokunun, gıdalardan elde edilen veya ticari olarak üretilen bazı tiplerine verilen isimdir. Bu tip lifler gıdaların zenginleştirilmesinde veya lif tabletlerinin üretiminde kullanılırlar. Pisillum ve pektin bu tip liflere örnektir. Fonksiyonel lif gıda içerisinde de bulunabilir ve bu şekilde tüketildiği zaman diyet lifi olarak tanımlanır. Yulaf, buğday kepeği, meyveler, sebzeler, kuru baklagiller lifçe zengin gıdalardır. Lifli gıdaları tüketirken lifin yanı sıra, vitaminler, mineraller ve fenolik bileşikler gibi yararlı besin öğelerini içmeleri diğer gıdalarla mukayese edildiğinde üstünlük yaratmaktadır. Diyet lifi

tüketildikten sonra insan metabolizmasında gösterdikleri davranışa göre çözülen ve çözülmeyen lifler olarak ikiye ayrılır. Sebze ve meyvelerin kabukları, kuru baklagiller, çerezler, buğday, yulaf kepeği çözünmeyen lifin iyi kaynaklarıdır ve yüksek su tutma kapasiteleri sayesinde suyu tutarak şişer, bağırsak hacmini artırır. Çözünmeyen lifler bağırsakta meydana gelen fermentasyon ve bağırsak hareketleri üzerinde etkilidirler. Bu etki sonucunda dışkı kısa sürede ve etkin şekilde bağırsaktan atılır. Bağırsak hareketine bağlı dışkı atılmasındaki sürenin kısalmasına bağlı olarak kanser gibi hastalıkların riskini azalmaktadır. Çözünen lif de sağlıklı bir sindirim sistemi için önem teşkil etmektedir. Meyvelerde pektin olarak, bazı kuru baklagillerde, yulafta, arpa ve çavdar gibi gıdalarda bulunan çözünür lif, suda çözünerek jel bir yapı kazanır ve gıdaların ince bağırsakta hareketini yavaşlatarak vücuda alınan besinlerin emilimi için zaman tanımaktadır (Gibson, ve Roberfroid, 1995).

Tzia ve diğ., 2009 yapıları çalışmada ‘diyet lifinin glutensiz ekmek ürünlerinin zenginleştirilmesinde kullanımı ve potansiyel sağlık yararları’ incelenmiştir. Diyet lifi içeren formülasyonların bağırsak geçiş süresinin uzun olmasına bağlı kabızlık önlemeye, kolorektal kanser riskinde azalmaya ve kısa zincirli yağ asitlerinin üretimi ve bağırsak sağlığının teşvik edilmesiyle faydalı bağırsak mikroflorasının büyümesini teşvik ettiği kaydedilmiştir (Tzia ve diğ., 2009).

2.8 Glutensiz Bisküvi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Glutensiz bisküvi üretiminde çeşitli nişastalar ve unlar kullanılan bir çalışmada patates nişastası ve mısır unu karışımından elde edilen bisküvilerin besinsel değerlerinin ve beğenilirliklerinin yüksek olduğu bulunmuştur. Tekstürel özelliklerden sertliğin ise nişasta kullanılmayan bisküvilerde daha fazla olduğu; karabuğday ununun kullanıldığı bisküvilerin protein içeriğinin yüksek olduğu tespit edilmiştir (Gambus ve diğ., 2009).

İşleroğlu ve arkadaşları (2010) ‘Gluten içermeyen, Hububat Esaslı Alternatif Ürün Formülasyonları ve Üretim Teknolojileri’ üzerine yaptıkları çalışmada pirinç, mısır, soya, darı, karabuğday ve patates nişastalarının, farklı yağ katkıları (palm yağı, krema tozu, yüksek ve düşük yağ içerikli mikroenkapsüle edilmiş süt tozları) ile kombinasyonlarının bisküvi formülasyonlarında kullanıldığı araştırmada, belirtilen un alternatiflerinin yüksek oranda yağ içeren

süt ve krema tozları ile birlikte kullanılması, kolay şekillendirilebilen bisküvi hamuru oluşturabildiği gözlenmiştir.

Bir başka çalışmada pirinç unu ve mısır nişastası temel bileşenler olarak kullanılmış ve bu karışıma farklı oranlarda hurma unu ilave edilmiştir. Hurma ununun yüksek oranda diyet lif ve mineral içeriği nedeniyle üretilen bisküvilerin çölyak hastaları tarafından beğenildiği belirlenmiştir (De Simas ve diğ., 2009).

Enzime dirençli nişastanın bisküvi üretiminde kullanımı ile ilgili yapılan araştırmada ince bağırsakta enzimatik hidrolize uğramayan ancak kalın bağırsakta fermente olabilen dirençli nişasta ilave oranı arttıkça bisküvilerin yayılma değerleri azalmış, L değerleri artmış, a ve b değerleri ise önemli düzeyde azalmıştır. Bisküvi formülasyonuna %30 oranında dirençli nişasta ilavesiyle az yağlı, yüksek dirençli içeriği olan kabul edilebilir nitelikte bisküvi üretimi gerçekleştirilmiştir (Seker ve diğ., 2006).

Çiya (*Sativa hispanica L.*) ve hidrokolloidlerin kestane ununa dayalı glutensiz hamurlarının reolojisine etkisi araştırılmış ve kestane unundan elde edilen hamurların karıştırma ve ısıl özellikleri, çiya unu ve hidroksipropil metil selüloz veya tragacanth gum veya guar gum kombinasyonlarının varlığı ile anlamlı şekilde iyileşmiştir. Test edilen katkı maddelerinin kontrol numuneleri hamurların su emilimini olumlu olarak arttırmıştır (Moreira ve diğ., 2012).

Karabuğday unu kullanılarak glutensiz bisküvi formülasyonuna gumların dahil edilmesi su tutma kapasitesi, yağ absorpsiyon kapasitesi ve emilasyon aktivitesini önemli ölçüde geliştirmektedir. Ayrıca gumların eklenmesiyle duyuşal test puanlarını yükseltmiştir (Kuar ve diğ., 2014).

Duta ve Culetu (2015) çalışmalarında, yulaf esaslı glutensiz kurabiyelerin reolojik, fizikokimyasal, termal, mekanik ve duyuşal özelliklerini araştırmışlardır. Yulaf esaslı hammaddenin eklenmesiyle, protein zayıflamasını arttığı ve jelatinize nişastanın stabilitesinin düştüğü tespit edilmiştir. En yüksek β -glukan içeriği ise, kuru madde bazında (% 4,37) oranıyla % 100 yulaf esaslı kurabiye formülasyonlarında elde edilmiştir.

Bu çalışmada gluten proteininin prolamin fraksiyonlarına karşı duyarlı kişiler için besin değeri yüksek ingrediyenler kullanılarak glutensiz bisküvi üretilmesi amaçlanmıştır.





3 MALZEME VE YÖNTEM

3.1 Malzeme

Glutensiz bisküvi üretimi için 4 farklı formülasyon geliştirilmiştir. Bu formülasyonlar için karabuğday unu, kestane unu, çiya tohumu, patates unu, margarin, şeker, yumurta, laktozsuz süt ve kabartma tozu Türkiye'deki yerel marketlerden temin edilmiştir. Organik karabuğday unu (Ekolojik Market Gıda Tar. Ürün. Koz. Tem. Mad. Paz. San. Tic. Ltd. Şti., İstanbul), doğal kestane unu (Naturelka CC Turizm Ltd. Şti., İstanbul), patates unu (Sakarya Tarım Ürünleri A.Ş., Sakarya), şeker (Bal Küpüş İstanbul), sodyum bikarbonat (Dr. Oetker Gıda San. ve Tic. A.Ş., İzmir), laktozsuz süt (Pınar Süt Mamülleri San. A.Ş., İzmir), Teremyağ (Besler Gıda ve Kimya San. ve Tic. A.Ş., İstanbul), çiya tohumu (Güzel Ada Gıda / İstanbul) ve yumurta (Keskinoglu Tavukçuluk ve Damızlık İşl. San Tic. A.Ş. / Manisa) markaları kullanılmıştır.



Şekil 3.1.: Soldan sağa çiya tohumu, kestane unu ve karabuğday yer almaktadır.

Çizelge 3.1: Bisküvi üretiminde kullanılan hammaddeler ve bisküvi formülasyonları

İçendekiler	Karabuğday Unu	Kestane Unu	Karabuğday Unu ve Çiya Tohumu	Kestane Unu ve Çiya Tohumu
Karabuğday Unu (g)	75	-	75	-
Kestane Unu (g)	-	75	-	75
Patates Unu (g)	75	75	75	75
Çiya Tohumu (g)	-	-	15	15
Şeker (g)	55	55	55	55
Laktozsuz Süt (ml)	40	40	45	45
Margarin (g)	45	45	45	45
Yumurta (ml)	6	6	6	6
NaHCO ₃ (g)	3	3	3	3

3.2 Yöntem

3.2.1 Bisküvi Üretim Aşamaları

Bu çalışmada dört çeşit glutensiz bisküvi elde edilmiştir. Karabuğdaylı bisküvi, kestaneli bisküvi, karabuğdaylı ve çiyalı ve son olarak kestaneli ve çiyalı ürün formülasyonu hazırlanmıştır. Formülasyon geliştirilmesinde (Öksüz, 2016) çalışması referans alınmış olup bazı modifikasyonlar ile kullanılmıştır. Reçetelerde belirtilen miktarlarda hammadde kullanılarak hamur elde edilmiştir. Hamurlar oklava yardımıyla açıldıktan sonra yaklaşık 0,1 cm kalınlığında özel kalıp ile şekil verilmiş ve yaklaşık 25 dk kadar 150°C fırında pişirilmiştir.

3.2.2 Kimyasallar

Diyet lifi kiti (TDF-100A; Sigma-Aldrich, ABD), Proteaz enzimi (Sigma), amiloglukozidaz enzimi (Sigma), etanol, aseton, bakır katalizör (Delta Tarım Kimyasalları San. ve Tic. A.Ş.), H₂SO₄, NaOH, petrol eteri, HCl, borik asit, Sodyum bikarbonat (Merck), Trifloroasetik asit (Merck), Aluminyum klorür (Merck), Invertaz enzimi (Sigma), Potasyum klorür (Merck).

4 ANALİZLER

4.1 Bisküvilerde Kimyasal Analizler

4.1.1 Toplam Nem Miktarı Tayini

Nem tayini Amerikan Hububat Kimyacıları Birliği (AACC International) Metodu'na göre (No: 44-15.02) ölçülerek 2 değerin ortalaması olarak belirlenmiştir (AACC International, 2000). Karabuğday unu, kestane unu, patates unu ve çiya tohumu 5'er g daraları alınmış petri kaplarına tartılmıştır. Örnekler $130 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 'de 1,5 saat boyunca etüvde bekletilmiştir. Sabit tartıma gelen örnekler etüvden çıkartılıp desikatörde soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan örnekler tekrar tartılıp tartımlar not alınmıştır. Başlangıç tartımdan son tartım çıkarılarak nem miktarı hesaplanmıştır.

4.1.2 Toplam Kül Miktarı Tayini

Kül miktarı, (AACC International) Metodu'na göre: (No: 08-01.01)'a göre ve 2 değerin ortalaması olarak belirlenmiştir. Karabuğday unu, kestane unu, patates unu ve çiya tohumu 5'şer gram daraları alınmış krozelere tartılmıştır. Örnekler 550°C 'de kül fırınında 8 saat boyunca yakılmıştır. 8 saat sonunda fırından çıkan krozeler desikatörde soğutularak sabit tartıma gelene kadar beklenmiştir. Örnekler tartılıp sonuçlar not edilmiş, krozelerde kalan örnek kütlesi başlangıçtaki örnek kütlesine oranlanarak örneklerin kül miktarı kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.



Şekil 4.1: Toplam Kül Tayini için Kullanılan Kül Fırını

4.1.3 Toplam Protein Miktarı Tayini

Örneklerin toplam protein miktarları AOAC metodu kullanılarak analizler iki tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir (AOAC International, 2002). Yaklaşık 1 g örnek yakma balonuna alındı, üzerine 10 g bakır katalizör ile 25 ml H₂SO₄ eklendi. Numuneler 420°C'ye ulaştıktan sonra yaklaşık yarım saat daha yakmaya devam edildi ve oda sıcaklığına getirildi. Distilasyonun ve titrasyon aşamaları sonunda elde edilen sarfiyat kaydedilerek toplam azot miktarı hesaplandı. Toplam protein miktarı bulunan azot miktarının 5,7 ile çarpılması sonucu elde edilmiştir.



Şekil 4.2: Toplam Protein Tayini

4.1.4 Toplam Diyet Lifi Miktarı Tayini

Toplam diyet lifi miktarı tayini AOAC Metodu 960.52 enzimatik-gravimetrik yöntemini esas alan Sigma Toplam Diyet Lifi Tayini Kiti (TDF-100A; Sigma-Aldrich, ABD) ile gerçekleştirilmiştir. Kullanılan bu metot ile örnekler amilaz enzimi ile jelatinize edildikten sonra proteaz ve amiloglukosidaz ile enzimatik olarak parçalanmış ve örneklerden protein ve nişasta uzaklaştırılmıştır. Filtrasyon sonrasında elde edilen katı kısım (çözünür olmayan diyet lifi) kurutulurken, sıvı kısma etanol eklenerek çözünür diyet lifi çöktürülmüştür. Karışım etanol ve aseton ile muamele edilerek filtreden geçilmiş ve katı kısım (çözünür diyet lifi) filtrat olarak elde edilmiştir. Kurutma aşamasından sonra tüm kalıntıların tartımı alınmıştır. Örneklerin yarısı protein, diğer yarısı ise kül tayini için ayrılmıştır. Deneyler iki tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

Numunenin içerdiği diyet lifi miktarı tayini AOAC Metodu 960.52 enzimatik-gravimetrik yöntemini göre yapılmış ve “%” olarak aşağıdaki formülde hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam Diyet Lifi (\%)} = \frac{(M_r - M_p - M_a - M_b)}{M} * 100 \quad (4.1)$$

M_r : Krozede bulunan kalıntı miktarı (mg)

M_p : Krozede bulunan kalıntıdaki protein miktarı (mg)

M_a : Krozede bulunan kalıntıdaki kül miktarı (mg)

M_b : Blank çalışmasındaki Krozede bulunan kalıntı miktarı (mg)

M : Numune tartımı (mg)



Şekil 4.2: Diyet Lifi tayini için kullanılan su banyosu

4.1.5 Yağ Tayini

Öğütülmüş ve homojenize edilmiş olan bisküvi numunesinden, 10,0 g tartım alınarak soxhelt cihazı yağ tayin kartuşlarına yerleştirilmiştir. İçerisine numune yerleştirilen kartuş, 15 – 30 dakika süre ile 100°C’lik etüve atılarak kurutulmuştur. Kurutma işleminden sonra, daha önceden darası alınmış ve içerisine 150 mL petrol eteri konulmuş soxhlet balonuna yerleştirilerek, otomatik soxhlet cihazına bağlanmış ve otomatik soxhlet cihazı ile numunenin yağı özütlenmiştir. Deneyler iki tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

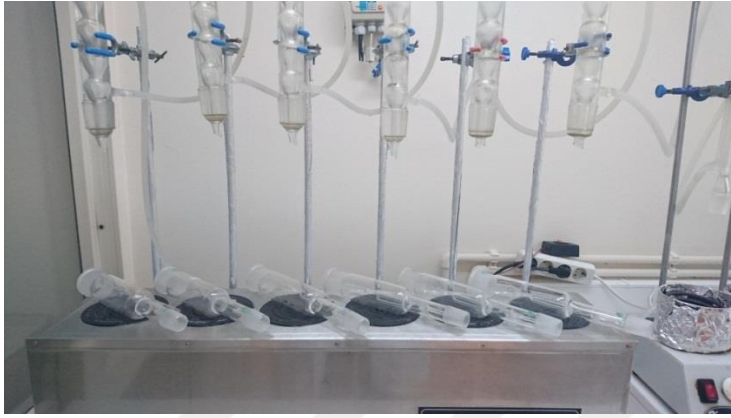
Numunenin içerdiği yağ miktarı tayini TS2383'e göre yapılmış ve “%” olarak aşağıdaki formülde hesaplanmıştır.

$$\text{Yağ Miktarı (\%)} = \frac{(m_2 - m_1)}{m_0} * 1000 \quad (4.2)$$

m_0 = Analiz numunesi miktarı (g)

m_1 = Ekstraksiyon için kullanılan soxhlet balonunun kütlesi (g)

m_2 = Ekstraksiyon işlemi sonrasında soxhlet balonunun kütlesi (g)



a) Soxhelt Cihazı



b) Evaporatör

Şekil 4.3: (a) ve (b) yağ tayini için kullanılan cihazlar

4.2 Bisküvilerde Fiziksel Analizler

Bisküvilerde fiziksel test olarak çap, kalınlık, ağırlık, hacim, yığın yoğunluk ve yayılma oranı hesaplanmıştır. 150 mm'lik dijital kaliper kullanılarak bisküvi numunelerinde çap ve kalınlıkları ölçülmüştür. Yığın yoğunluğu; ağırlık değerinin hacime bölünmesiyle elde edilirken, yayılma oranı ise; bisküvi çapının, kalınlığına oranlanmasıyla elde edilmiştir. Her bir ölçüm en az 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.



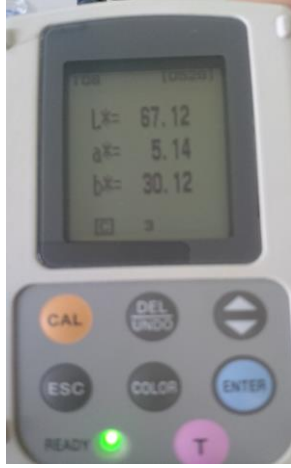
Şekil 4.3: Fiziksel Analizler için Digital Kaliper Aleti

4.3 Su Absorpsiyonu Analizi

AACCI Method 56-30 (AACCI, 2000) kullanılarak tayin edilmiştir. Santrifüj tüpüne yaklaşık 0,2 g örnek tartılmış üzerine 10 ml su eklendikten sonra tüpler 30 dk oda sıcaklığında bekletilmiştir. Vorteks cihazına alınan tüpler yaklaşık 15 dk 2000 rpm de santrifüj edilmiştir. Santrifüjden sonra üstte asılı kalan partiküllerin çökmesi için tüpler 10 dk kadar bekletilmiş ve sonra üst kısımdaki sıvı uzaklaştırılıp ve süzüntü tartılmıştır. son tartımdan ilk tartım çıkartılmış ve su absorpsiyon miktarı bulunmuştur.

4.4 Renk Analizi

Gıda endüstrisinde renk ölçümleri için farklı alternatifler mevcuttur. Munsell sistemi, Lovibond tindometresi, Hunter kolorimetresi, spektrofotometre gibi araçlarla yapılabilmektedir. Katı örneklerin renk ölçümleri için ideal bir cihaz olan kromametre (CR-400, Konica Minolta Holdings Inc., Tokyo, Japan) bisküvilerin renk testinde kullanılmıştır. Hunter kolorimetresinde üç renk değeri vardır; a değeri kırmızı veya yeşilliği, b değeri sarılık veya maviliği, L değeri ise 0 (siyah) ve 100 (beyaz) arasındaki aydınlık derecesini ölçer. Ölçüm öncesi cihaz standart beyaz reflektör plaka ile kalibre edilmiştir. Her formülasyon bisküvilerinden 6 adet numunede ölçüm yapılmış ve değerlerin ortalaması alınarak renk tablosu oluşturulmuştur.



(a)



(b)

Şekil 4.4: (a) ve (b) Renk Analizi için Chromametre Aleti

4.5 Tekstür Analizi

Bisküvi çeşitlerinin her biri için en az 4 ölçüm yapılmıştır. Tekstür analizi TA.XT plus doku analiz cihazı (Stable Micro Systems, Büyük Britanya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sıkıştırma kuvvetini ölçmek için her bisküvi tam olarak bir delikli plaka ile platform üzerine ortalanmış ve test hızı 3 mm/s 'de delinmek üzere ayarlanmıştır. Kuvvet-zaman grafiğinde eğri altındaki alan bisküvi sertliğini ve doğrusal mesafe kırılabilme özelliğini vermiştir.



Şekil 4.5: Doku Analizi için Tekstür Analizör Cihazı

4.6 Depolama Süresi Boyunca Yapılan Analizler

Tüm bisküvi formülasyonları 45 günlük süre boyunca steril kilitli poşetlerde oda sıcaklığında (22-23°C civarında) muhafaza edilmiştir. Örnekler 1., 20. ve 45. gün olmak üzere belirtilen periyotlarda nem, peroksit değeri, toplam asitlik, küf-maya ve pH değerleri ölçülmüştür.

4.6.1 Depolama Süresi Boyunca Nem Testi

Nem tayini Amerikan Hububat Kimyacıları Birliği (AACC International) Metodu'na göre (No: 44-15.02) ölçülerek 2 değerin ortalaması olarak belirlenmiştir (AACC International, 2000).

4.6.2 Peroksit Değeri Tayini

Peroksit sayısı, 1 kg yağda bulunan aktif oksijeninin miliekivalan gram olarak miktarı ve oksidasyon derecesini gösteren bir parametredir (Nas ve diğ., 2001). TSE bisküvi standardında ise kabul edilen sınır peroksit değeri 10 meq O₂/kg olarak belirlenmiştir.

Peroksit analizi iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama yağ eldesi, bu işlem için yaklaşık 25 g bisküvi numunesine 100 ml petrol eteri eklenerek bir saat süre ile manyetik karıştırıcıda yağın çözülmesi beklenmiş bu süre sonunda süzgeç kağıdı yardımı ile daha önceden darası alınmış erlene süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Yağ - çözücü karışımında kalabilecek çözücünün uzaklaştırılması için 60 dakika 105°C'deki havalandırılmalı etüvde bekletilmiştir. Analizin ikinci aşamasında elde edilen yağ örneklerinde peroksit muhtevası TS EN ISO 3960'a göre tayin edilmiştir.

Peroksit analizi için elde edilen yağdan 5'şer gr 250 mL'lik erlene tartımları yapıldıktan sonra üzerine 50 mL glacial asetik asit / izooktan çözeltisi eklenmiş ve numunenin çözüldürülmesi sağlanmıştır. Çözüldürülen numune üzerine 0,5 mL doymuş potasyum iyodür çözeltisi eklenmiş ve erlenin kapağı kapatılarak 60 ± 1 sn. süre ile kuvvetlice çalkalanmıştır. Süre sonunda üzerine 100 mL saf su eklenmiş ve elde edilen çözeltinin rengi soluk sarı renk olana kadar 0,01 N sodyum tiyosülfat ile titre edilmiştir. Renk elde edildikten sonra çözelti içersine 0,5 mL nişasta çözeltisi ilave edilmiş ve karıştırılmıştır. Elde edilen çözeltide,

30 saniye kalıcı renksizlik görülene kadar 0,01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilmiş ve toplam sarfiyat kaydedilmiştir.

Numune çalışması öncesinde kör numune (blank) çalışması da yapılmıştır.

Numunedeki peroksit sayısı miktarı “meq/kg” olarak aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanır.

$$\text{Peroksit Sayısı (meq/kg)} = \frac{(V - B) \times N \times F \times 1000}{M} \quad (4.3)$$

V = Numune çalışması sonucunda elde edilen Sodyum Tiyosülfat'ın sarfiyatı (mL)

B = Blank çalışması sonucunda elde edilen Sodyum Tiyosülfat'ın sarfiyatı (mL)

N = Kullanılan Sodyum Tiyosülfat'ın Normalitesi (0,01 N)

F = Kullanılan Sodyum Tiyosülfat'ın Faktörü

M = Analize alınan numunenin tartım miktarı (gr)

4.6.3 Küf - Maya Sayımı

ISO 21527-2 metodun da belirtildiği üzere su aktivitesi 0,95'den az ya da 0,95'e eşit tüm gıda ve yem numunelerinde (kurutulmuş meyveler, kekler, reçel, kurutulmuş et, tuzlanmış balık, bakliyat, tahıl ve tahıl ürünleri, un, fındık, baharat, sos/çeşni vb.) belirtilen metod ile küf ve maya sayımı yapılır. Çalışmada 10 g örnek tartıldı ve 90 mL Maximum Recovery Diluent (MRD) sıvısı ile stomacherde 1-2 dk karıştırıldı. DG18 agar içeren iki adet petriye örnekten 1 mL (0,3, 0,3 ve 0,4 mL) ekim yapıldı 25°C' de 5- 7 gün inkübe edildi, süre sonunda koloniler sayıldı. Aşağıdaki formüle göre hesaplama yapılmış ve sonuç kob/g olarak verilmiştir.

$$N = \Sigma C / V \times 1,1 \times d \quad (4.4)$$

N : Koloni sayısı (gram)

ΣC : Petrilere sayılan kolonilerin toplam miktarı

V : Her bir petriye ekilen numune miktarı (mL)

d : Petrinin dilüsyon katsayısı

4.7 Duyusal Testler

Bu çalışmada bisküvilerin duyusal analiz için duyusal profil tayini metodu kullanılmıştır. Toplam 10 panelistin katılımı ile görünüş, renk, koku, lezzet doku / ağız hissi ve genel beğeni bakımından panelistler değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Numuneler 1 ile 9 puan aralığında skor verilerek panelistler tarafından değerlendirilmiştir. Duyusal testte panelistler 9=aşırı beğendim ve 1= aşırı beğenmedim arasında skor vererek glutensiz bisküvi formülasyonu için değerlendirmede bulunmuşlardır.

4.8 Yağ Asitleri Kompozisyon Testi

Bu test ile bisküvi formülasyonlarından ekstrakte edilebilen bitkisel ve hayvansal yağlarda, yağ asidi metil esterlerinin “%” dağılımı tespit edilmesi amaçlanmıştır. Yağ asitleri kompozisyonu analizleri iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada yağ eldesi; TS EN ISO 11085’de belirtilen metoda göre bisküvilerin toplam yağ tayini yapılmıştır. İkinci aşamada ise; gaz kromatografisi cihazı kullanılarak bisküvi formülasyonları için yağ asitleri kompozisyonu incelenmiştir.

Toplam yağ eldesi için homojenize edilmiş ve öğütülmüş, tüm örneği temsil eden numuneden 5,0 g hidrolizleme kabına tartıldı ve üzerine 100 mL 3,0 M hidroklorik asit çözeltisi eklenerek hidrolizleme ünitesine geri soğutucu altında bağlanmıştır. Kaynama noktasında 1 saat süre ile kaynatılan numune çözeltisi için kaynama esnasında numunenin çeperele yapışmamasına dikkat edilmiş ve süre sonunda kabın oda sıcaklığına gelmesi için beklenmiştir. Numunenin filtrasyon işlemi için, iki katlı yağsız ve nemli filtre kağıdı kullanılmıştır. Filtre kağıdında kalan numune, nötrleşene kadar su ile yıkanmış ve süzme işleminden sonra filtre kağıtları, $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ ’ye ayarlanmış etüv içerisinde kurutulmuştur. Kurutulan filtre kağıtları thimble’lar içerisine yerleştirilmiş ve otomatik soxhelet sistemine bağlanmıştır. Otomatik soxhelet sistemine 40 – 60 mL arasında petrol eteri eklenmiş ve uygun olan cihaz metodu ile çalıştırılarak, yağ ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Yağ ekstraksiyon işlemi bittiğinde, cihazdan alınan ekstrakte yağı içeren kaplar içerisindeki petrol eterinin tamamen uçurulması ve sabit tartıma tekrar getirilmesi amacı ile, $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ ’ye ayarlanmış etüvede 2 saat bekletilmiş daha sonra desikatöre alınarak oda sıcaklığına getirilmiş ve tartım işlemi yapılarak sonuç hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam Yağ Miktarı (\%)} = \frac{M_2 - M_1}{M_0} * 100$$

M_0 : Analiz için tartılan numune miktarı (g)

M_1 : Analizde kullanılan kabın miktarı (g)

M_2 : Analiz sonucundaki kabın miktarı (g)

Elde edilen yağ numunesinden 0,1 g örnek alınmış ve üzerine 2,0 mL isooktan eklenip vorteks ile tüp kuvvetlice karıştırılmıştır. Karıştırılan analiz tüpüne 2,0 mL metanollü potasyum hidroksit çözeltisi eklenmiş ve karıştırmaya devam edilmiştir. Bu işlemden sonra önce çözelti saydamlaşmış, glikol ayrışıkça tekrardan bulanıklaşmıştır. Bulanıklaştıktan sonra çözelti 2 dakika boyunca bekletilmiş ve daha sonra çözeltinin üzerine 2,0 mL sodyum klorür çözeltisinden eklenmiş ve karıştırılmıştır. Çözelti santrifüjlenmiş ve üst faz farklı bir analiz tüpüne aktarılmıştır. Farklı tüpe alınan isooktan fazının üzerine, 1,0 g sodyum sülfat eklenmiş ve tüp kuvvetlice karıştırılmıştır ve çözelti santrifüjlenmiştir. İkinci aşamada ise santrifüjlenen çözeltinin üst fazdan 0,5 µL GC – FID cihazına enjekte edilmiştir. Cihaz analiz sonuçları ise “%” olarak verilmiştir. Bu amaçla PerkinElmer GC FID Clarus 580 model cihaz kullanılmış ve SGE BPx70 kolon (30 m, 0,25 mm, 0,25 mm) ile çalışılmıştır.



Şekil 4.6: Gaz Kromatografisi

5 İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME

Veriler SPSS programı kullanılarak analiz edilmiştir. Karşılaştırma için varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Örnekler arası farkın önemli olduğu durumlarda ortalamalar arası farkı belirlemek için Duncan testi kullanılmıştır. İstatistiksel olarak örnekler arası farklılıklar %95 önem düzeyinde hesaplanmıştır.





6 BULGULAR VE TARTIŞMA

6.1 Hammadde Kompozisyon Analizleri

Hammaddelere ait % kuru madde, % protein, % kül, diyet lifi, % yağ, % karbonhidrat, % nem ve enerji değerleri çizelge 6.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 6.1: Hammadde Temel Bileşen Miktarları¹

Hammadde	Protein (%)	Diyet Lifi (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Karbonhidrat (%)	Nem (%)	Enerji Değeri (kKal/100g)
Karabuğday Unu	11,36 ± 0,18 ^b	7,56 ± 0,32 ^c	1,70 ± 0,05 ^b	1,88 ± 0,15 ^b	72,38 ± 0,31 ^a	12,86 ± 0,07 ^b	320,02 ± 0,32 ^b
Kestane Unu	5,24 ± 0,09 ^c	18,04 ± 0,16 ^b	1,57 ± 0,01 ^b	3,83 ± 0,09 ^a	68,39 ± 0,18 ^a	20,97 ± 0,10 ^a	236,48 ± 0,29 ^c
Çiya Tohumu	23,11 ± 0,15 ^a	37,46 ± 0,45 ^a	29,30 ± 0,04 ^a	4,58 ± 0,04 ^a	36,19 ± 0,12 ^b	6,82 ± 0,13 ^c	351,06 ± 0,21 ^a

¹Çizelgede yer alan değerler 2 tekrara ait ortalama değerleri ve standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütundaki farklı harflere (a-c) sahip değerler önemli ölçüde (p <0,05) farklıdır.

Karabuğday unu, kestane unu ve çiya tohumu hammaddeleri için sırasıyla % 11,36, % 5,24 ve % 23,11 protein, % 7,56, % 18,04 ve % 37,46 diyet lifi, % 1,70, % 1,57 ve % 29,30 yağ, % 1,88, % 3,83 ve % 4,58 kül, % 72,38, % 68,39 ve % 36,19 karbonhidrat, % 12,86, % 20,97 ve % 6,82 nem değerleri saptanmıştır. Analiz sonuçları incelendiğinde kestane unu protein değerinin (% 5,24) diğer hammaddelere kıyasla oldukça düşük olduğu görülmüştür (p<0,05). Çiya tohumu (% 37,46) diyet lifi muhtevası bakımından diğer hammaddelere kıyasla en yüksek diyet lifi içeriğine sahip, kestane ununda ise, karabuğday ununa kıyasla nispeten yüksek diyet lifi değeri tespit edilmiştir (p<0,05). Kestane unu ve çiya tohumu için kül analizi sonuçları incelendiğinde önemli

farklılık tespit edilemezken ($p>0,05$), karabuğday ununun kül içeriğinin diğer iki hammaddeye göre önemli düzeyde düşük olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Karabuğday unu ve kestane unu karbonhidrat içeriği bakımından çiya ununa kıyasla yüksek saptanmıştır. Kestane ununun nem miktarı diğer hammadde alternatiflerine göre önemli düzeyde yüksektir ($p<0,05$).

Torbica ve diğ., tarafından (2011) pirinç ve karabuğday ununun 90/10, 80/20 ve 70/30 oranlarında kullanılarak farklı kurabiye formülasyonlarının üretildiği çalışmada, hammaddelerin fizikokimyasal özellikleri araştırılmış ve karabuğday için kuru maddede % 11,30 nem, % 12,28 protein, % 2,20 kül ve % 2,85 yağ olarak saptanmış olup, karabuğday unu hammaddesi için temel bileşen açısından elde edilen bulgularla benzerlik göstermiştir.

Baljeet ve diğ., (2010) çalışmalarında karabuğday ve rafine edilmiş buğday unlarında kimyasal kompozisyon değerlerini karşılaştırmışlardır. Karabuğday unu rafine buğday ununa kıyasla daha düşük protein (% 8,73) ve nem (% 13,29) içeriğine karşın daha yüksek ham lif (% 0,70), toplam karbonhidrat (% 75,84), yağ (% 1,81) ve kül (% 1,42) değerlerine sahip olduğu bildirilmiştir. Kaur ve ark., (2015) ise çalışmalarında karabuğday unu kimyasal kompozisyon için % 10,70 nem, % 1,67 kül, % 2,35 yağ, % 4,27 ham diyet lifi, % 11,25 protein ve % 69,75 karbonhidrat değerlerini saptamışlardır.

Lacerda ve ark. (2016) çalışmalarında kestane unu hammaddesi için kimyasal kompozisyon değerlerini % 7,65 nem, % 2,09 kül, % 5,72 protein, % 1,60 yağ, % 20,65 diyet lifi ve % 62,29 karbonhidrat olarak belirtilmiş olup bu bulgular elde edilen verilerle uyum taşımaktadır.

Dall'Asta ve diğ. (2013) araştırmalarında buğday ekmeğine farklı oranlarda kestane unu ikamesi denemişlerdir. Buğday unu / kestane unu (100/0 ile 0/100) arasındaki çeşitli formülasyonlar için sırasıyla 10,50 – 4,10 g / 100g nem, 13,20 – 5,80 g/100g protein, 1,40 – 4,70 g/100 g yağ değerleri elde edilmiştir.

Segura-Campos ve diğ. (2014) çiya gamının kimyasal ve fonksiyonel özelliklerinin araştırılması konulu çalışmalarında kuru temelde % 9,32 nem, % 25,07 protein, % 28,96 diyet lifi, % 26,24 yağ, % 5,48 kül değerleri bildirilmiştir. Alfredo ve ark. (2008) çiyanın (*Salvia hispanica L.*) lif fraksiyonu için fizikokimyasal özellikler araştırılmış ve kimyasal kompozisyon olarak %

6,96 nem, % 28,14 protein ve % 29,56 diyet lifi değerleri kaydedilmiştir. Mesías ve ark. (2016) buğday esaslı bisküvilerde farklı miktarlarda iya unu takviyesinin risk ve yararlarını incelemişler, iya unu için % 4,4 nem, % 19,8 protein, % 31,1 yağ ve % 30,9 diyet lifi değerlerini karakterize etmişlerdir.

iya tohumu en yüksek bitkisel α -linolenik asit kaynağıdır. Ayrıca erişkinlerde önerilen günlük diyet lifi alımı (20-35 g / gün) bakımından iyi bir hammadde alternatifini olarak sunulmuştur (Cobos, ve diğ., 2013). Yapılan çalışmada ise iya tohumu % 37,46 diyet lifi, % 23,11 protein ve % 29,30 yağ değerleri literatür bulguları ile kısmen benzerlik göstermiştir.

Mevcut alışma ve literatür bulguları derlendiğinde alternatif hammadde olarak kestane unu buğday ununa kıyasla diyet lifi bakımından zengin olup, ciddi miktardaki diyet lifi muhtevası sayesinde insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri olan, bağırsak sindirimini düzenlenmesinde ve obezitenin önlenmesinde önemli rol üstlendiği belirtilmiştir (Borges ve diğ., 2008; Fustier ve diğ., 2009). Buna karşın, kestane unu kimyasal kompozisyonu incelendiğinde zayıf bir glutensiz un kaynağıdır. Unlu mamüllerde arzu edilen hacim ve protein değeri eldesi için kestane ununa belirli oranlarda farklı gam ve yüksek protein içeren unların ikamesi iyi bir çözüm oluşturabileceği dşnlmştir.

6.2 Bisküvi Kimyasal Analiz Sonuçları

Bisküvi formülasyonlarına ait % protein, % kül, % nem ve pH değerleri **izelge 6.2**'de gösterilmiştir. Bisküvi denemelerinde temel bileşen analiz sonuçları incelendiğinde kestaneli bisküvi protein değeri (% 4,75) saptanmış ancak diğer bisküvi alternatiflerine kıyasla oldukça düşük protein içeriğine sahip olduğu grlmştir ($p<0,05$). Bisküvi formülasyonları için kül ve nem analiz sonuçları arasında önemli farklılık tespit edilememiştir ($p>0,05$). Karabuğday unu içeren bisküviler diğer iki hammaddeye göre önemli düzeyde düşük saptanmıştır ($p<0,05$). iya tohumunun eklenmesi ile bisküvi numunelerinin pH değerlerini önemli düzeyde azaltmıştır ($p<0,05$).

Çizelge 6.2: Bisküvi kimyasal analiz sonuçları

Hammadde	Protein (%)	Kül (%)	Nem (%)	Yağ (%)	Diyet Lifli	pH
Karabuğdaylı Bisküvi	7,10 ± 0,01 ^b	3,69± 0,41 ^a	5,16 ± 0,28 ^a	17,63± 0,04 ^b	11,52 ± 0,04 ^d	5,70 ± 0,06 ^a
Kestaneli Bisküvi	4,75± 0,36 ^d	3,71± 0,57 ^a	5,87 ± 0,33 ^a	17,74 ± 0,04 ^b	13,21 ± 0,04 ^c	5,62 ± 0,02 ^a
Karabuğdaylı – Çiyalı Bisküvi	8,19± 0,15 ^a	3,73± 0,60 ^a	5,43 ± 0,76 ^a	18,79± 0,06 ^a	17,19 ± 0,07 ^b	5,18 ± 0,03 ^b
Kestaneli – Çiyalı Bisküvi	5,72 ± 0,25 ^c	3,80 ± 0,57 ^a	5,58 ± 0,55 ^a	18,34± 0,36 ^{ab}	19,33 ± 0,10 ^a	4,96 ± 0,04 ^c

1Tablodaki değerler 2 tekrara ait ortalama değerleri ve standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütundaki farklı harflere (a-d) sahip değerler önemli ölçüde (p <0,05) farklıdır.

Mesías ve ark., 2016 buğday ununa % 5, % 10, % 15 ve % 20 oranında çiya ilave etmişler ve ölçülen nem içeriği % 1,90 - % 1,70, pH 7,60 - 7,30 protein düzeyi ise % 9,70 -11,70 değerleri arasında değiştiği kaydedilmiştir.

Filipcev ve ark., (2010) çalışmalarında % 30, % 40 ve % 50 seviyelerinde karabuğday unu ikamesi yapılan numunelerde % 8,94 - 8,70 nem ve % 7,73, % 7,84, % 8,12 protein değerleri ölçülmüştür.

Buğday unu yerine farklı oranlarda çiya unu kullanılan bir çalışmada, %5, %10, %15 ve % 20 olmak üzere dört farklı kombinasyonda bisküvi elde edilmiş ve protein içerikleri sırasıyla % 9,70, 10,30, 11,00 ve 11,70 olarak ölçülmüştür (Kuar ve diğ., 2014). Çiya tohumu eklenmesi mevcut çalışmada da protein değerlerini önemli düzeyde artırmış olup, bu durum literatür ile örtüşmektedir (p<0,05).

Pajin ve ark., (2016) kestane unu ile takviye edilmiş kurabiyelerin kalite, duysal ve beslenme özellikleri üzerine yapılan çalışmada % 60 oranında kestane unu içeren ürünlerin protein içeriği % 6,30 olarak belirtilmiştir (Pajin ve ark., 2016).

Karabuğdaylı, kestaneli, karabuğdaylı–çiyalı ve kestaneli–çiyalı formülasyonlarda sırasıyla % 11,52; % 13,21; % 17,19 ve % 19,33 değerleri

kaydedilmiştir. Çiya ilaveli bisküvi formülasyonları çiya tohumu içermeyen bisküvi muadillerine karşı diyet lifi içeriği önemli düzeyde artmıştır ($p < 0,05$).

Literatür çalışmaları incelendiğinde ticari glutensiz ekmek ve kestane unu ilaveli ticari glutensiz ekmek formülasyonları için diyet lifi değerleri sırasıyla; % 17,2 ve % 17,9 olarak kaydedilmiştir (Chiavaro ve diğ., 2015). Ayrıca buğday unundan elde edilmiş bisküvi reçetelerine % 5, % 10, % 15 ve % 20 oranlarında çiya tohumu ikamesiyle diyet lifi içeriği % 9,5; % 12,5; % 16,8 ve % 20,7 olarak ölçülmüştür (Mesías ve diğ., 2016). Bu bulgular yapılan çalışma ile paralellik göstermiştir.

Baljeet ve ark., (2010) ise çalışmalarında karabuğday unu ilavesinin bisküvi fonksiyonel özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Bisküvilere % 10, % 20, % 30 ve % 40 oranlarında karabuğday unu ikamesi gerçekleştirilmiş ve sırasıyla; nem % 3,23; % 3,00; % 2,47 ve % 2,43 ve protein % 6,54; % 6,08; % 5,86 ve % 5,60 değerlerinde, yağ % 21,67; % 22; % 22,77 ve % 23,17, diyet lifi ise % 2,06; % 1,98; % 2,06 ve % 2,06 saptanmıştır.

Karabuğdaylı, kestaneli, karabuğdaylı-çiyalı ve kestaneli-çiyalı formülasyonları için yağ analizi sonuçları sırasıyla % 17,63; % 17,74; % 18,79 ve % 18,34 olarak saptanmıştır. Farklı miktarlarda çiya unu takviyeli (% 5, % 10, % 15 ve % 20) buğday esaslı yeni bisküvi formülasyonlarında ise yağ değeri % 15,5; % 17,1; 19,4 ve 21,1 olarak kaydedilmiştir (Mesías ve diğ., 2016).

6.3 Bisküvi Örneklerinde Fiziksel Analiz Sonuçları

Bisküvi üretimi yapılırken numunelerin aynı kalınlıkta ve büyüklüklerde olmasına özen gösterilmiş ve uygun şekil verme kalıbı kullanılmıştır. Buna bağlı fiziksel özellikler standardize edilmiş ve test sonuçları arasında Tablo 6.3'de paylaşıldığı gibi önemli farklılıklar yoktur ($p > 0,05$). Ölçülen çap değerleri 58,1 - 60,2 mm arasında değişirken, kalınlık değerleri ise, 10,70 - 11,40 mm arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Bisküvilerin fiziksel özellikleri arasında önemli farklılıklar saptanamamıştır ($p > 0,05$).

Çizelge 6.3: Bisküvi formülasyonlarına ait fiziksel özellikler¹

Örnek	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Ağırlık (g)	Hacim (cm ³)	Yığın Yoğunluk (g/cm ³)	Yayılma Oranı
Karabuğdaylı Bisküvi	60,0 ± 0,95 ^a	11,10 ± 0,4 ^a	20,20 ± 1,3 ^a	25,30 ± 0,40 ^a	0,80 ± 0,40 ^a	5,40 ± 0,00 ^a
Kestaneli Bisküvi	58,10 ± 2,71 ^a	11,40 ± 0,8 ^a	20,80 ± 2,90 ^a	25,70 ± 0,40 ^a	0,90 ± 0,40 ^a	5,08 ± 0,10 ^a
Karabuğdaylı - Çiyalı Bisküvi	60,20 ± 1,35 ^a	10,70 ± 1,1 ^a	22,00 ± 2,30 ^a	25,00 ± 0,10 ^a	0,90 ± 0,40 ^a	5,60 ± 0,70 ^a
Kestaneli – Çiyalı Bisküvi	59,30 ± 1,23 ^a	11,30 ± 0,5 ^a	21,90 ± 3,00 ^a	25,10 ± 0,10 ^a	0,80 ± 0,40 ^a	5,30 ± 0,20 ^a

¹Tablodaki değerler 2 tekrara ait ortalama değerleri ve standart sapmayı göstermektedir.

Levent (2005) çalışmasında, bisküvi örneklerinde ortalama çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri sırasıyla 68,30 mm, 10,00 mm ve 7,10 mm olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, mevcut çalışma ile benzerlik taşımaktadır.

Glutensiz bisküvilerde %10 - %40 oranlarında karabuğday unu ikamesi denenen bir çalışmadamişler, örneklerde sırasıyla; 6,31 cm, 6,21 cm, 6,13 ve 6,02 çap, 0,79 cm, 0,81 cm, 0,86 cm ve 0,86 cm kalınlık değerlerini elde edilmiş olup ilgili çalışmada çap değerlerinin azalması ile kalınlık değerinin arttığı görülmüştür (Baljeet ve ark., 2010). Ayrıca bisküvilerde ikame edilen karabuğday unu artışı ile yayılma oranlarında azalma kaydedilmiştir. Glutensiz bisküvi üretimi ile ilgili bir diğer çalışmada (Kaur ve ark., 2015) ise, buğday unu yerine karabuğday unu kullanılmış ve çeşitli gamların etkisi incelenmiştir. Buğday unu, karabuğday unu ve karabuğday unu-akasya gamı içeren bisküvilerin fiziksel özellikleri sırasıyla 63,41, 61,25 ve 61,89 mm çapında, 7,56, 8,01 ve 8,21 mm kalınlığında olduğu belirtilmiştir. Karabuğday unu ikamesi ile çap değerinin azaldığını ve kalınlık değerlerinin yükseldiğini belirtmişler. Ancak yayılma oranlarında ise 8,38 ile en yüksek yayılma değeri buğday ununda kaydedilmiş, karabuğday unu ve gamların kullanımı bu değerde azalma yaratmıştır (Kaur ve ark., 2015).

Bu çalışmada karabuğday unu içeren formülasyonlarda çap değeri kestaneli ürünlere göre daha yüksek iken, kalınlık değerleri kestaneli bisküvilerde karabuğdaylı ürünlere kıyasla daha yüksek tespit edilmiştir ($p>0,05$). Elde edilen sonuçlar incelendiğinde literatür verileri ile örtüşmekte ve ürünlerin kalınlık değerlerindeki artışın, karabuğday unu ve gamların kullanımına bağlı yığın yoğunluk artışı ile ilişkili olduğu düşünülmüştür. Ayrıca karabuğday ve çiya gamı içeren ürünlerin yayılma oranlarındaki düşüş ise bu hammaddelerin hidrofilik yapılarına bağlı bisküvi hamurundaki kısıtlı suyu bağlamaları ile alakalı olduğu düşünülmüştür (Baljeet ve diğ., 2010).

6.4 Bisküvi Örneklerinde Renk Testi Sonuçları

Karabuğdaylı formülasyonların kestaneli formülasyonlara göre daha açık renkte olmasına bağlı olarak L değerlerinin 100'e daha yakın olduğu saptanmıştır. Karabuğdaylı formülasyonlar ise, çiya tohumu içermeyen ve çiya tohumu içeren bisküvilerin L değerleri sırasıyla, $62,05 \pm 3,70$ ve $56,37 \pm 2,30$ olarak değişmekte, bu da çiya içermeyen formülasyonun daha açık renkli olduğunu ve aydınlık derecesinin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Kestaneli örneklerde renklerin kahverengi olması nedeniyle a değerleri karabuğdaylı formülasyonlara göre daha yüksek ölçülmüştür. Ayrıca kestaneli formülasyonlar arasında çiya tohumu içermeyen bisküvi numunelerinin a değerleri çiya tohumu içeren formülasyona göre daha yüksek yani daha kırmızımsı olarak saptanmıştır. Karabuğday içeren formülasyonlar b değerleri kestane formülasyonlarına göre daha yüksektir.

Çizelge 6.4: Bisküvi formülasyonlarına ait Renk Test Sonuçlarıdır¹

Örnek	L	a	b
Karabuğdaylı Bisküvi	$62,05 \pm 3,70^a$	$6,40 \pm 1,30^{ab}$	$33,88 \pm 3,40^a$
Kestaneli Bisküvi	$46,92 \pm 2,90^b$	$8,91 \pm 1,20^a$	$25,80 \pm 3,50^a$
Karabuğday ve Çiyalı Bisküvi	$56,37 \pm 2,30^a$	$3,62 \pm 2,20^b$	$30,46 \pm 4,60^a$
Kestane ve Çiyalı Bisküvi	$49,21 \pm 2,00^b$	$7,93 \pm 0,40^a$	$26,65 \pm 2,60^a$

¹Tablodaki değerler 2 tekrara ait ortalama değerleri ve standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütundaki farklı harflere (a-b) sahip değerler önemli ölçüde ($p < 0,05$) farklıdır.

Pajin ve diğ., 2015 yaptıkları çalışmada, buğday unu yerine %20, % 40 ve % 60 oranlarında kestane unu ile takviye edilen kurabiyelerde renk testi a değerleri sırasıyla; 4,60; 7,10 ve 8,10 olarak saptanmıştır. Mevcut çalışma da ise kestaneli bisküvide a değeri $8,91 \pm 1,20$ olup, elde edilen sonuç literatürdeki verilere uygun olarak saptanmıştır.

Yüksek teknolojik özellikler ve besin değerine sahip atıştırmalıkların eldesinde kahverengi pirinç ununa % 20, % 40 ve % 60 oranlarında kestane unu ikamesi araştırılmıştır. Kestane unu ilavesine bağlı renk testi sonuçları sırasıyla L değerleri 45,48, 42,90 ve 41,92, a değeri ölçümleri; 9,70, 9,26 ve 9,44, b değeri sonuçları ise; 22,45, 20,54 ve 20,25 olarak kaydedilmiştir (Mir, ve diğ., 2017). Kestane unu ikamesi artışına bağlı bisküvi numunelerinde L değeri (L= 0-100 aydınlık derecesi) azalmış ve koyu renkli ürünler elde edilmiştir. Ancak ürünlerin a değerleri % 20 kestane unu ikamesiyle en yüksek değere ulaşmıştır. Bunun sebebi ise belirli düzeyde (% 20) kestane unu ikamesi kahverengi pirinç unundan elde edilen ürünün a değerini (kırmızı rengi) pozitif etkilemiştir (Mir, ve diğ., 2017).

Sumnu ve diğ., (2011) araştırmalarında keklere kestane unu ilavesi ile L değerinde azalma kaydetmişlerdir. L değerindeki azalmanın nedenlerinden biri olarak, ununun doğal koyu rengi ile ilgili olduğunu açıklanmıştır. Ayrıca Maillard ve karamelizasyon reaksiyonları, keklerin L değerlerinde azalmaya neden olan diğer bir faktör olarak belirtilmiştir (Sumnu ve diğ., 2011). Benzer şekilde başka bir çalışmada da, kestane unu içeren formülasyonların a değerlerinin yükseldiği ve L değerinin azaldığı bulgusu paylaşılmış olup bu bulgular mevcut çalışmada elde edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir (Dall'Asta ve diğ., 2013).

Literatür çalışmaları incelediğinde genel olarak kestane unu ikamesi aşamalı olarak arttırılmıştır. Bu modifikasyonlar gıdaların L, a ve b renk değerlerini tetiklemiştir. Ayrıca kestane unu nispeten yüksek şeker (% 20-32) ve nişasta (%50-60) içeriğinden dolayı pişirme ile karamelizasyon ve Maillard reaksiyonuna yüksek eğilim göstermiştir. Bu durumda L değerinde azalma a değerinde ise artış olarak sonuçlanmıştır (Nelson, 2001).

6.5 Su Absorpsiyon Kapasitesi Testi

Su absorpsiyon testine tabi tutulan numunelerde en yüksek absorbe edilen su miktarı 3,30 g ölçülerek karabuğday-çiya formülasyonunda kaydedilmiştir.

Literatür çalışmalarına bakıldığında, karabuğday unu kullanılarak üretilen glutensiz bisküvi formülasyonuna gamların dahil edilmesi sonucu ürünün bazı fonksiyonel özelliklerinde olumlu gelişmeler gözlemlenmiştir, bunlardan biri de ilgili formülasyonda su absorpsiyon kapasitesi artışı olmuştur (Kuar ve diğ., 2014). Bu anlamda, mevcut bulgular ile paralellik taşımaktadır.

Çizelge 6.5: Bisküvi formülasyonlarına ait Su Absorpsiyon Sonuçları¹

Bisküvi Çeşidi	Absorbe Edilen Su (g)
Karabuğdaylı Bisküvi	2,61 ± 0,01 ^b
Kestaneli Bisküvi	2,50 ± 0,13 ^b
Karabuğdaylı – Çiyalı Bisküvi	3,31 ± 0,18 ^a
Kestane - Çiyalı Bisküvi	3,20 ± 0,00 ^a

¹Tablodaki değerler 2 tekrara ait ortalama değerleri ve standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütundaki farklı harflere (a-b) sahip değerler önemli ölçüde ($p < 0,05$) farklıdır.

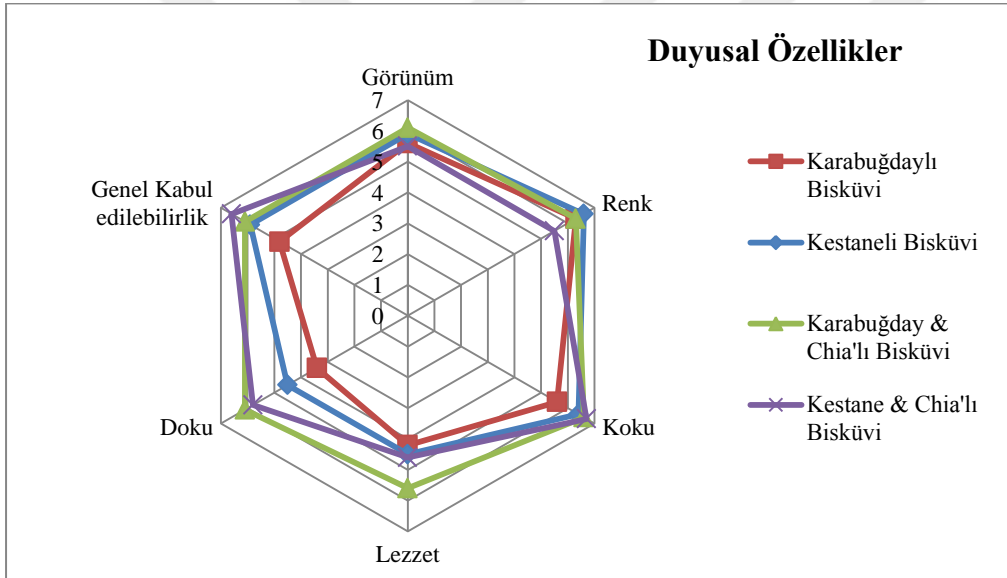
Moreira ve ark., 2012 çalışmalarında kestane ununa dayalı hamurlarda çiya (*Sativa hispanica L.*) ve farklı konsantasyonlarda ilave edilen hidrokolloidlerin glutensiz reolojiye etkisi araştırılmış. Kestane unu için % 41,5, çiya unu % 45,1, çiya / guar gam (4/0,5) % 46,8 ve çiya / guar gam (4,0 / 2,0) ikamesi ile % 55,5 oranında su absorbe edilmiştir.

Çalışmaya ait su absorpsiyon testi sonuçları incelendiğinde bisküvilere çiya tohumu eklenmesi su absorpsiyon kapasitesi üzerinde olumlu etki yarattığı görülmüş ve çiya muhtevasına bağlı bisküvi formülasyonları arasında önemli farklılıklar kaydedilmiştir ($p < 0,05$), bu durum da literatür çalışmaları ile uyum göstermiştir. Kestane unun da ise içerdiği su ve karbonhidrat (şeker % 20-32, nişasta %50-60), hamurun reolojik özelliklerine önemli düzeyde etkilidir. Özellikle lif yapılarında bulunan hidroksil grupları, hidrojen bağlama mekanizması yoluyla daha fazla su bağladığı tespit edilmiştir (Nelson, 2001).

6.6 Duyusal Özellikler

Duyusal testte panelistler hedonik skalada 9=aşırı beğendim ve 1= aşırı beğenmedim arasında skor vererek glutensiz bisküvi formülasyonu için değerlendirmelerde bulunmuşlar ve test sonuçları çizelge 6.6'de detaylı olarak yer verilmiştir.

Değerlendirilen duyusal parametreler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamasına karşın ($p>0,05$), panelistler glutensiz bisküvi panelinde kestaneli - çiyalı formülasyon en yüksek genel kabul edilebilirlik skorunu almıştır (6,6). Genel kabul edilebilirliği en düşük olan örnek ise 4,80 skorla değerlendirilen karabuğdaylı bisküvi formülasyonu olmuştur.



Şekil 6.1: Bisküvi formülasyonlarına ait duyusal test grafiği

Karabuğday unu ile zencefilli bisküvi üretimi gerçekleştirilen bir çalışmada (Filipcev ve diğ., 2010) karabuğday unu üç seviyede ikame edilmiş, % 30, % 40 ve % 50 duyusal test sonucu ise, % 40 oranında eklenmiş formülasyon en yüksek skoru ile değerlendirilmiştir.

Çizelge 6.6: Bisküvi formülasyonlarına ait duyuusal test skorları

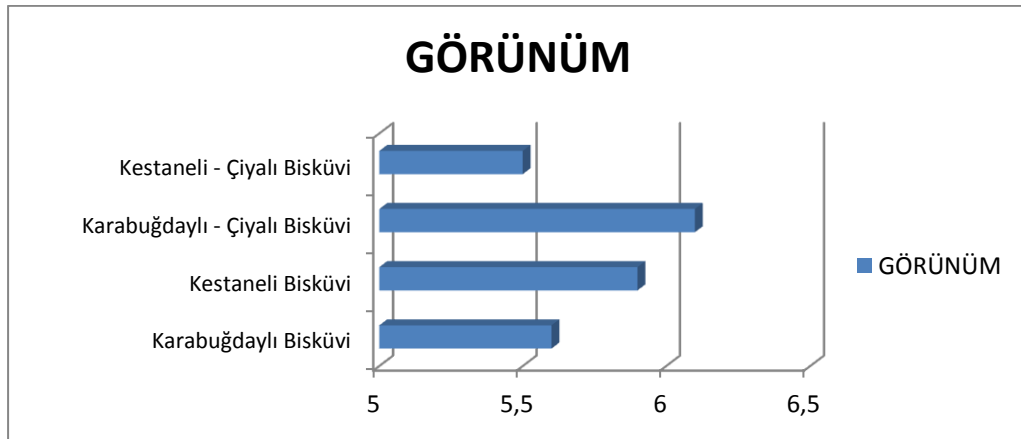
Örnek	Görünüm	Renk	Koku	Lezzet	Doku	Genel Kabul edilebilirlik
Karabuğdaylı Bisküvi	5,60 ± 1,11 ^a	6,30 ± 1,25 ^a	5,60 ± 1,51 ^a	4,20 ± 1,35 ^a	3,40 ± 1,27 ^b	4,80 ± 1,58 ^a
Kestaneli Bisküvi	5,90 ± 1,74 ^a	6,60 ± 1,62 ^a	6,40 ± 0,98 ^a	4,50 ± 1,71 ^a	4,50 ± 1,32 ^{ba}	5,90 ± 1,38 ^a
Karabuğday - Çiyalı Bisküvi	6,10 ± 1,63 ^a	6,30 ± 1,50 ^a	6,60 ± 1,40 ^a	5,60 ± 1,44 ^a	6,10 ± 1,35 ^a	6,10 ± 1,54 ^a
Kestane – Çiyalı Bisküvi	5,50 ± 1,50 ^a	5,50 ± 1,76 ^a	6,70 ± 1,11 ^a	4,60 ± 1,76 ^a	5,80 ± 1,41 ^a	6,60 ± 1,98 ^a

Tablodaki değerler 2 tekrara ait ortalama değerleri ve standart sapmayı göstermektedir. Sonuçların standart sapmasında (a) ile gösterilen değerler formülasyonlar arasında önemli düzeyde farklılık olmadığını gösterir ($p > 0,05$).

Pajin ve diğ., 2015 yaptıkları çalışmada, buğday unu yerine % 20 ve % 40 kestane unu ilave edilmiş numunelerin duyuusal testinde yüksek skorlar elde etmişler, ancak % 60 kestane unu ile yapılan kurabiyelerde nispeten daha düşük skorlar kaydedilmiştir.

6.6.1 Görünüm

Yapılan duyuusal değerlendirme sonucunda elde edilen görünüm sonuçları grafik olarak Şekil 6.6.1’de verilmiştir. Görünüm değerleri istatistiksel açıdan farklı bulunmamış 5,50 ile 6,10 arasında değişiklik göstermiştir. Görünüm değeri olarak en yüksek skoru karabuğday-çiya formülasyonu en düşük skoru ise kestane-çiya bisküvi örneği almıştır.



Şekil 6.2: Bisküvi formülasyonlarına ait duyuusal test ‘Görünüm Grafiği’

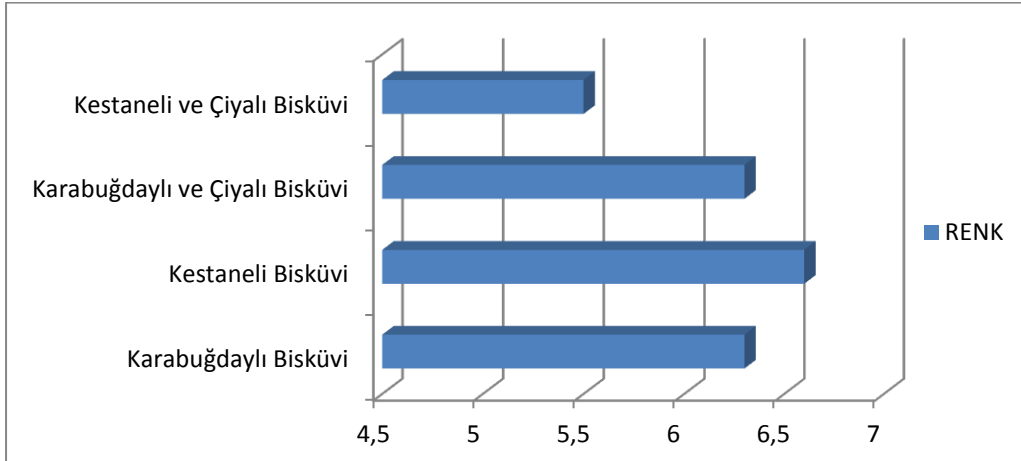
Pajin ve diğ., 2015 yaptıkları çalışmada, buğday unu yerine %20, % 40 ve % 60 oranlarında kestane unu ile takviye edilen kurabiyelerin görünümü (şekil, üst yüzey) ve kırıntı yapısı olumlu etkilendiği belirtilmiştir.



Şekil 6.3:Karabuğdaylı Çiyalı Bisküvi

6.6.2 Renk

Yapılan duyuşal değerlendirme testinde elde edilen renk sonuçları grafik olarak çizelge 6.6.2 de verilmiştir. Renk değerleri 5,50 ile 6,60 arasında değişkenlik göstermiştir. Testte en yüksek skoru kestaneli bisküvi $6,60 \pm 1,62$ formülasyonu için kaydedilirken en düşük skor ise kestaneli-çiyalı bisküvi $5,50 \pm 1,76$ olarak saptanmıştır.



Şekil 6.4: Bisküvi formülasyonlarına ait duyuşal test 'Renk Grafiği'

Farklı reğeteler ile üretilen karabuğdaylı glutensiz bisküvi denemelerinde kullanılan keçiyoynuzu ilaveli formülasyondan elde edilen koyu renkli bisküvi duyuşal test panelinde en beğenilen reğete olarak belirlenmiştir (Öksüz ve Karakaş, 2016). Çalışmada duyuşal test olarak renk bulguları incelendiğinde kestaneli bisküvi en

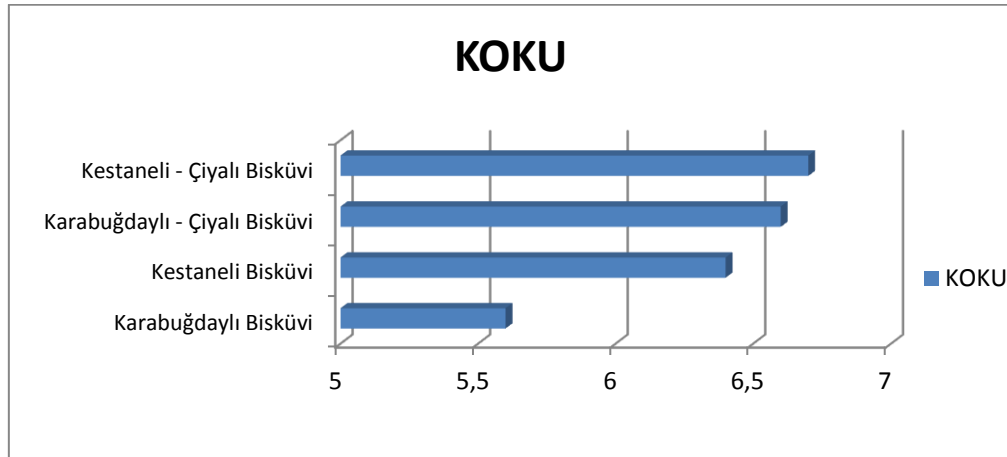
yüksek skor olarak 6,6 değeri ile en beğenilen formülasyon olmuş ve panelistler tarafından koyu renkli kestaneli bisküvi tercih edilmesi literatür çalışmaları ile benzerlik göstermiştir ($p>0,05$).

Kaur ve diğ., 2015 yaptıkları çalışmada karabuğday ununa farklı gamların eklenmesiyle renk yönünden tercih edilme skorunun arttığını tespit etmişler. Bu araştırmada karabuğdaylı glutensiz bisküvide duyu test renk analizi panelistler tarafından 5,96 skorla değerlendirilirken, kıstantan gam eklenmiş karabuğdaylı bisküvi de ise renk testinde 7,25 skoru ile değerlendirilmiştir.

6.6.3 Koku

Yapılan duyu değerlendirme sonucunda elde edilen koku sonuçları grafik olarak şekil 6.6.3 'de verilmiştir. Koku değerleri 5,60 ile 6,70 arasında değişiklik göstermiştir. Testte en yüksek skoru kestaneli-çiyalı bisküvi $6,70 \pm 1,11$ ve en düşük skor ise $5,60 \pm 1,51$ ile karabuğdaylı bisküvi örneği almıştır. Duyusal koku testinde bisküvi formülasyonları arasında önemli farklılıklar yoktur ($p>0,05$).

Formülde bulunan çiya tohumu duyu analizde koku bakımından iyi bulunmuş ve panelistler tarafından olumlu şekilde değerlendirilmiştir.

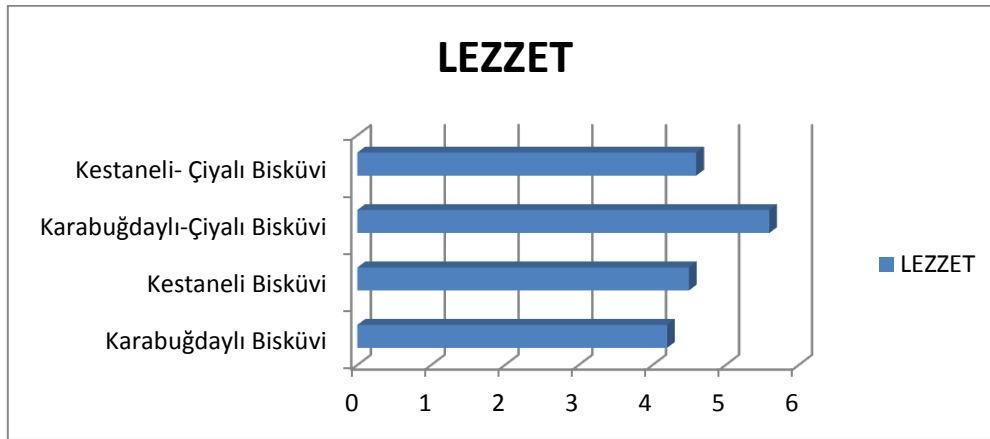


Şekil 6.5: Bisküvi formülasyonlarına ait duyu test 'Koku Grafiği'

Öksüz ve Karakaş, 2016 çalışmalarında farklı formülasyonlar ile üretilen karabuğdaylı glutensiz bisküvi çeşitlerinin duyu testinde koku değerlerini 5,27–5,61 aralığında saptamışlardır. Literatür çalışması ile benzerlik gösteren bulgular panelistler tarafından karabuğday ikamesi daha az beğenilerek düşük skorla değerlendirilmiştir.

6.6.4 Lezzet

Yapılan duysal değerlendirme sonucunda elde edilen lezzet sonuçları grafik olarak Şekil 6.6.4'de verilmiştir. Lezzet değerleri 4,20 ile 5,60 arasında değişiklik göstermiş, lezzet profili testinde en yüksek skor $5,60 \pm 1,44$ olarak karabuğdaylı - çiyalı bisküvi formülasyonuna verilmiştir. Lezzet n plana çıkan bir özellik olarak da genel beğeniyi bir hayli etkilemekte, buna bağlı iya tohumu belli oranda kullanımıyla beraber lezzeti olumlu etkilediği ve panelistlerin duysal değerlendirmesinde pozitif etki yarattığı düşünülmüştür.



Şekil 6.6: Bisküvi formülasyonlarına ait duysal test 'Lezzet Grafiği'

Baljeet ve diğ. 2010 çalışmalarında buğday unu yerine % 10, % 20, % 30 ve % 40 oranlarda karabuğday unu ikamesi gerçekleştirilmiştir. Lezzet testinde yüksek konsantrasyonlarda karabuğday unu ihtiva eden bisküvilerin skoru anlamlı düzeyde düşmüştür, bu da karabuğday ununda acı tada sebebiyet veren çeşitli fenolik birleŐiklerin varlığına bağlı olduğu düşünülmüştür (Sedej ve diğ., 2011).

Pirinç ve karabuğday unu karakterizasyonu ve kurabiye kalitesi ile ilişkisi konulu araştırmada, karabuğday içeriği %10'dan %20'ye yükselmesi lezzet puanlarına pozitif etki oluŐturmuŐ ve test skorları 3,25'den 4,11'e artmıştır. Ancak karabuğday içeriği % 30'dan daha fazla yükselmesi kurabiye lezzetinde önemli bir etkisi olmadığı saptanmıştır (Torbica ve diğ., 2012). Bu bulgular Baljeet ve diğ. (2010), buğday unu esaslı bisküvileri % 10-40 karabuğday unu ikamesi çalışmalarına zıt olarak bildirilmiştir.

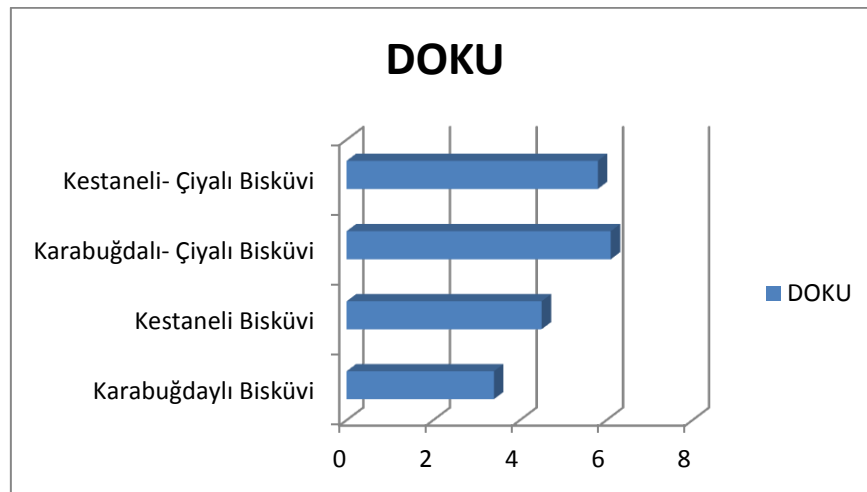
Demirkesen ve diğ., (2010) alıŐmalarında farklı oranlarda kestane unu ve gamların ilavesi ile çeşitli ekmek formülasyonları oluşturulmuştur. Duysal olarak lezzet testi

yapılmış ve kestane unu/ pirinç unu (100:0, g/g) için 3,8; kestane unu/pirinç unu(0:100, g/g) formülasyonu için 2,7; kestane unu / pirinç unu (30:70, g/g) ikamesinde 4,3, kestane unu / pirinç unu (30:70, g/g) - ksantan gam - keçiyoynuzu gamı - emülsifiye edici ajan (DATEM) kombinasyonları için 4,4; kestane unu/pirinç unu (30:70, g/g) - ksantan gam - guar gam - DATEM ilavesiyle 4,1 skor ile değerlendirilmiştir. Testte kestane unu / pirinç unu (30:70, g/g) formülasyonu ve gamlı kombinasyonları en yüksek skorlarla ile değerlendirilmiştir ($p > 0,05$).

Çalışmada elde edilen lezzet skorları incelendiğinde genel olarak çiyalı bisküvi formülasyonları çiya içermeyenlere göre daha fazla beğenilmiş ve özellikle karabuğdaylı - çiyalı bisküvi en yüksek skorla tercih edilen formülasyon olmuştur. Karabuğdaylı - çiyalı bisküvinin yüksek beğeni almasının nedeni ise lezzet olarak karabuğday ununun buğday unu ile yakın olması ve çiya ikamesi ürün lezzeti üzerinde olumlu etki yaratmış ve literatür çalışmaları ile benzerlik göstermiştir ($p > 0,05$). Ancak % 50 konsantrasyonda karabuğday unu ihtiva eden bisküvinin acı lezzetinden dolayı $4,20 \pm 1,35$ değeri ile diğer örneklere kıyasla en düşük skor ile değerlendirilmiştir ($p > 0,05$).

6.6.5 Doku

Yapılan duyuşal değerlendirme sonucunda elde edilen görünüm sonuçları grafik olarak şekil 6.6.5’de verilmiştir. Doku değerleri istatistiksel açıdan farklı bulunmamış 5,50 ile 6,10 arasında değişiklik göstermiştir. Görünüm değeri olarak en yüksek skoru karabuğday - çiya formülasyonu en düşük skoru ise kestane - çiya bisküvi örneği almıştır.



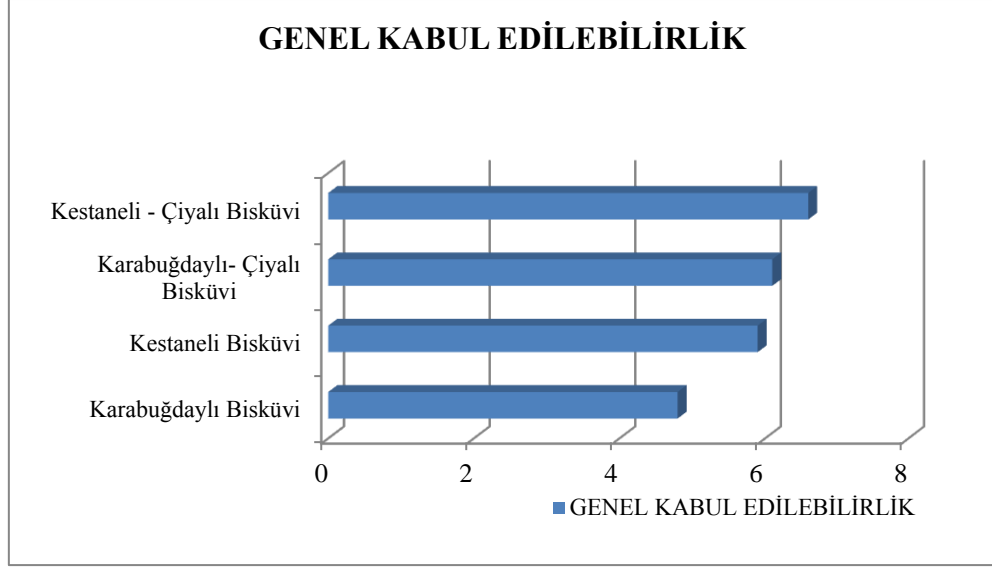
Şekil 6.7: Bisküvi formülasyonlarına ait duyuşal test ‘Doku Grafiği’

Saeed ve diğ., 2012 denemelerinde tatlı patates unu kullanımı kurabiyelerin lezzet ve dokusunu geliştirdiğini ve ürünün diyet lifi ve mineral içeriklerini önemli ölçüde iyileştirdiğini belirtmişlerdir. Bisküvi denemelerinde karabuğday ve kestane ununun yanı sıra formülasyonda patates unu kullanmış bu da bisküvi numunelerinde yapısal iyileşmeyi sağlamıştır.

Demirkesen ve diğ., (2010) çalışmalarında farklı oranlarda kestane unu ve gamların ilavesi ile çeşitli formülasyonlar oluşturulmuştur. Duyusal olarak tekstür testi yapılmış ve kestane unu/ pirinç unu (100:0, g/g) için 2,3; kestane unu / pirinç unu (0:100, g/g) için 2,1, kestane unu / pirinç unu (30:70, g/g) ikamesinde 3,5; kestane unu / pirinç unu (30:70, g/g) - ksantan gam - keçiyoynuzu gamı - DATEM kombinasyonları için 4,1; kestane unu / pirinç unu (30:70, g/g) - ksantan gam - guar gam – DATEM ilavesiyle 4,6 skor ile değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen tekstür skorları incelendiğinde karabuğdaylı - çiyalı bisküvi ve kestaneli - çiyalı bisküviler en yüksek skorlar ile panelistler tarafından tercih edilmiş ve literatür çalışmaları ile benzerlik göstermiştir.

6.6.6 Genel Beğeni ve Kabul Edilebilirlik

Yapılan duyusal değerlendirme sonucunda elde edilen genel beğeni ve kabul edilebilirlik sonuçları grafik olarak şekil 6.6.6 'da verilmiştir. Genel beğeni ve kabul edilebilirlik değerleri 4,8 ile 6,1 arasında değişiklik göstermiştir. Bisküvi formülasyonları için panelistler karabuğdaylı, kestaneli, karabuğdaylı - çiyalı ve kestaneli - çiyalı örneklerde sırasıyla $4,80 \pm 1,58$; $5,90 \pm 1,38$; $6,10 \pm 1,54$ ve $6,60 \pm 1,98$ skorlar ile değerlendirmişlerdir. Bisküvi formülasyonları arasında önemli farklıklar olmamakla beraber ($p>0,05$), panelistler çiyalı formülasyonları diğer formülasyonlara göre daha çok tercih etmişlerdir.



Şekil 6.8: Bisküvi formülasyonlarına ait duyu test ‘Genel Kabul Edilebilirlik Grafiği’

Buğday unu yerine % 10, % 20, % 30 ve % 40 oranlarda karabuğday unu ikamesi gerçekleştirilen çalışmada (Baljeet ve diğ. 2010), bisküvi formülasyonlarından % 20 ve % 30 karabuğday unu eklenmiş ürünler genel beğeni ve kabul edilebilirlik değerleri sırasıyla 6,71 ve 6,20 olarak elde edilmiştir. Duyusal testte genel beğeni ve kabul edilebilirlik parametresinde değerlendirme skorları karabuğday unu artışına bağlı düşmüştür. Bu durumda karabuğdaylı bisküviler, buğday unundan üretilen bisküvilere nazaren daha koyu olması ve sarılık ve kırmızılık değerlerinin kontrol örneğine göre daha yüksek olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Baljeet ve diğ. 2010).

Karabuğdaylı glutensiz bisküvi duyu testte genel beğeni ve kabul edilebilirlik açısından panelistler tarafından ortalama $5,75 \pm 0,19$ skorla değerlendirilirken, ksantan gam eklenmiş karabuğdaylı bisküvi de ise genel beğeni testinde $6,96 \pm 0,31$ skoru ile daha çok beğenilmiştir (Kaur ve diğ., 2015). Mevcut çalışmada, karabuğday içeren bisküvilere eklenen çiya tohumu da benzer şekilde beğeni arttırıcı bir etki göstermiştir.

6.7 Tekstür Analizi Sonuçları

Bisküvi numunelerinin tekstür testlerinde karabuğday, kestane, karabuğday-çiya tohumu, kestane-çiya tohumu formülasyonları için sertlik değerleri sırasıyla $48,73 \pm 3,70$; $38,32 \pm 5,70$; $37,64 \pm 8,10$ ve $30,08 \pm 0,10$ N olarak ölçülmüştür.

Karabuğday formülasyonu ile kestane unu bisküvi formülasyonu karşılaştırıldığında başlangıç nem değeri ve karbonhidrat (nişasta yapısı) içeriği ile uygulanan kuvvete karşı direnç büyüklüğü arasında doğru orantı olduğu tablo 6.7 de görülebilmektedir.

Çizelge 6.7: Bisküvi formülasyonları için Tekstür sonuçları

Bisküvi	Sertlik (N)
Karabuğdaylı Bisküvi	48,73 ± 3,70 ^a
Kestaneli Bisküvi	38,32 ± 5,70 ^b
Karabuğday ve Çiyalı Bisküvi	37,64 ± 8,10 ^b
Kestaneli ve Çiyalı Bisküvi	30,08 ± 0,10 ^b

¹Tablodaki veriler iki tekrara ait ortalama değerleri ve standart sapmayı göstermektedir. Sonuçların standart sapmasında (a-b) ile gösterilen değerler formülasyonların önemli düzeyde (p <0,05) farklı olduğunu belirtmektedir.

Kuar ve diğ., 2014 çalışmalarında, karabuğday unu kullanılarak glutensiz bisküvi formülasyonuna gumların dahil edilmesi sonucu elde edilen bisküvi tekstür testinde buğday, karabuğday ve çeşitli gumların eklenmesiyle bisküvilerin kırılma direnci sırasıyla 24,63 N, 42,30 N, 27,62 - 34,45 N arasında değişkenlik göstermiştir. Bu çalışmada bisküvilerin kırılma mukavemeti çeşitli zamkların eklenmesiyle azaldığı görülmüştür.

Çalışmada çiya tohumu içeren bisküvi formülasyonları tekstür testinde karabuğdaylı-çiyalı ve kestaneli-çiyalı bisküvi numunelerin kırılmaya karşı dirençleri sırasıyla 37,64 ± 8,10 ve 30,08 ± 0,10 N değerleri ile literatürdeki verilere uygun olarak saptanmıştır.

6.8 Depolama Süresi Boyunca Uygulanan Testler ve Sonuçları

Depolama amacıyla bisküvi numuneleri gama ışınları ile steril edilmiş kilitli poşetlerde 22-23°C ve %55 nem değerlerinde muhafaza edilmiştir. Örneklerde 1., 20. ve 45. gün olmak üzere belirtilen periyotlarda nem, peroksit, küf-maya ve pH değerleri ölçülmüş ve çizelge 6.8'de paylaşılmıştır. Çalışmada

mikrobiyolojik üreme depolama süresi boyunca kontrol edilmiş ve küf-maya ölçüm sonuçları 0 kob/g olarak saptanmıştır.



Çizelge 6.8: Bisküvi formülasyonları için depolama süresi boyunca uygulanan testler¹.

Örnek	1. GÜN				20. GÜN				45. GÜN			
	Nem	pH	Peroksit	Küf- Maya	Nem	pH	Peroksit	Küf- Maya	Nem	pH	Peroksit	Küf-Maya
Karabuğdaylı Bisküvi	5,16 ± 0,28 ^{ay}	5,57 ± 0,01 ^{ax}	2,15 ± 0,01 ^{cy}	0 kob/g	8,26 ± 0,98 ^{bx}	5,40 ± 0,00 ^{by}	2,28 ± 0,01 ^{cy}	0 kob/g	8,77 ± 0,30 ^{bx}	5,27 ± 0,01 ^{bz}	2,61 ± 0,11 ^{cx}	0 kob/g
Kestaneli Bisküvi	5,87 ± 0,33 ^{ay}	5,62 ± 0,02 ^{ax}	3,10 ± 0,04 ^{ay}	0 kob/g	10,96 ± 1 ^{ax}	5,60 ± 0,01 ^{ax}	3,43 ± 0,16 ^{ax}	0 kob/g	11,80 ± 0,2 ^{ax}	5,55 ± 0,01 ^{ay}	3,62 ± 0,03 ^{bx}	0 kob/g
Karabuğdaylı- Çiyalı Bisküvi	5,43 ± 0,76 ^{ay}	5,18 ± 0,03 ^{bx}	2,22 ± 0,05 ^{cy}	0 kob/g	8,90 ± 0,47 ^{baax}	5,17 ± 0,01 ^{dx}	2,43 ± 0,04 ^{cy}	0 kob/g	9,10 ± 0,40 ^{bx}	5,21 ± 0,01 ^{cx}	2,84 ± 0,16 ^{cx}	0 kob/g
Kestaneli - Çiyalı Bisküvi	5,58 ± 0,55 ^{ay}	4,96 ± 0,04 ^{cy}	2,60 ± 0,06 ^{bz}	0 kob/g	10,71 ± 0,45 ^{ax}	5,23 ± 0,01 ^{cx}	3,0 ± 0,06 ^{by}	0 kob/g	11,19 ± 0,7 ^{ax}	5,28 ^{bx}	3,89 ± 0,03 ^{ax}	0 kob/g

¹Tablodaki veriler iki tekrara ait ortalama değerleri ve standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütundaki farklı harflere (a-d) ve aynı satırdaki farklı harflere (x-y) sahip değerler önemli ölçüde (p < 0,05) farklıdır.

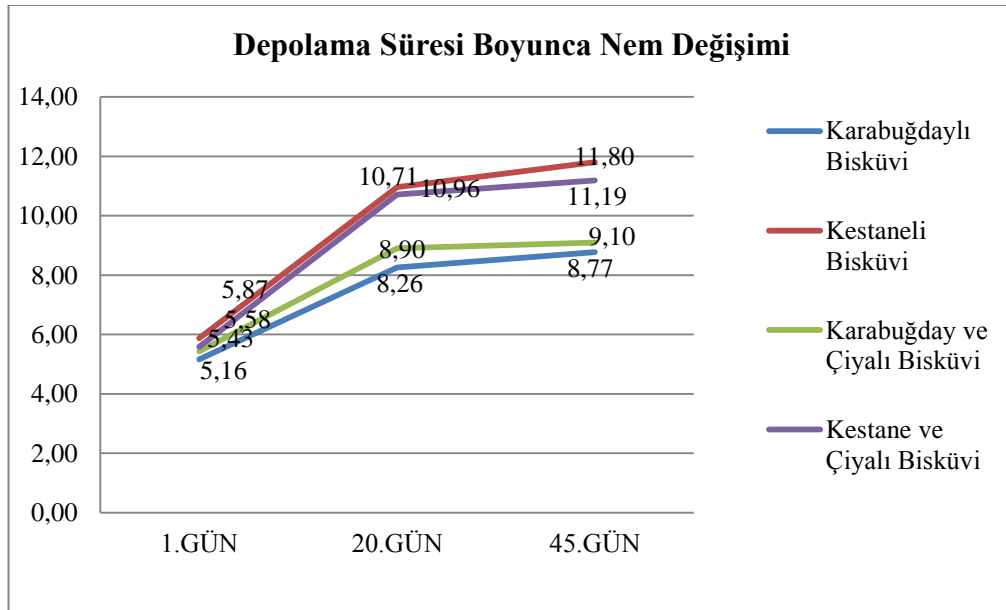
6.8.1 Depolama Süresi Boyunca Nem Değişimi

Bisküvi formülasyonlarına ait 1. gün ölçümleri incelendiğinde başlangıç için örnekler arasında önemli düzeyde farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Ancak 20. ve 45. gün nem ölçümleri incelendiğinde örnekler arası önemli düzeyde farklılık saptanmıştır ($p<0,05$) çizelge 6.8.1'da yer verilmiştir. Nem değerlerinin yükselmesinin nedenlerinden biri ise, tüm bisküvi formüllasyonlarının depolama sürecinde ambalaj ortam neminin absorpsiyonuna bağlı olduğu düşünülmüştür.

Çizelge 6.9: Depolama Süresi Boyunca Nem Değişim sonuçları¹

ÖRNEK	1. GÜN	20. GÜN	45. GÜN
Karabuğdaylı Bisküvi	5,16 ± 0,28 ^{ay}	8,26 ± 0,98 ^{bx}	8,77 ± 0,30 ^{bx}
Kestaneli Bisküvi	5,87 ± 0,33 ^{ay}	10,96 ± 1,00 ^{ax}	11,80 ± 0,23 ^{ax}
Karabuğdaylı - Çiyalı Bisküvi	5,43 ± 0,76 ^{ay}	8,90 ± 0,47 ^{bax}	9,10 ± 0,40 ^{bx}
Kestaneli - Çiyalı Bisküvi	5,58 ± 0,55 ^{ay}	10,71 ± 0,45 ^{ax}	11,19 ± 0,71 ^{ax}

¹Tablodaki veriler iki tekrara ait ortalama değerleri ve standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütundaki farklı harflere (a-b) ve aynı satırdaki farklı harflere (x-y) sahip değerler önemli ölçüde ($p < 0,05$) farklıdır.



Şekil 6.9: Depolama Süresi Boyunca Nem Değişimi Grafiği

Özkaya ve diğ. 1984, bazı bisküvi çeşitlerinin kimyasal özellikleri ile mineral ve vitamin içerikleri üzerinde yaptıkları çalışmada, bisküvilerin nem oranlarını en düşük % 2,10 ve en yüksek % 7,7 olarak bulmuşlar.

Ünal ve diğ., 1997 bisküvi nem kontrollerinde tespit ettikleri en düşük nem oranı % 3,22 ve en yüksek nem oranı % 9,15 olup yasal limitlerin üzerinde saptanmıştır.

Çalışmada çiyalı örneklerde çiya tohumu yaklaşık % 4,72 oranında kullanılmıştır. Karabuğday-çiyalı bisküvi formülasyonuna ait numuneler, Kuar ve diğ., 2014 çalışması ile karşılaştırılmıştır. % 5'lik çiya içeriğine sahip deneme en yakın formülasyon olup protein içeriği % $8,19 \pm 0,15$ saptanmış ve bu çalışmayla benzerlik göstermiştir.

Araştırmada başlangıç nem değerleri % 5,16-5,87 arasında değişkenlik göstermiş ve TS 2383/Şubat2010 bisküvi rutubet limitleri dahilinde olduğu saptanmıştır. Ancak 20. gün depolama süresi boyunca yapılan kontrollerde dört formülasyona ait nem değerleri % 8,26 - 10,96 arasında saptanmış ve bu ölçümler TS 2383/Şubat2010 da belirtilen limitlerin üzerinde olduğu görülmüştür.

6.8.2 Depolama Süresi Boyunca pH Değişimi

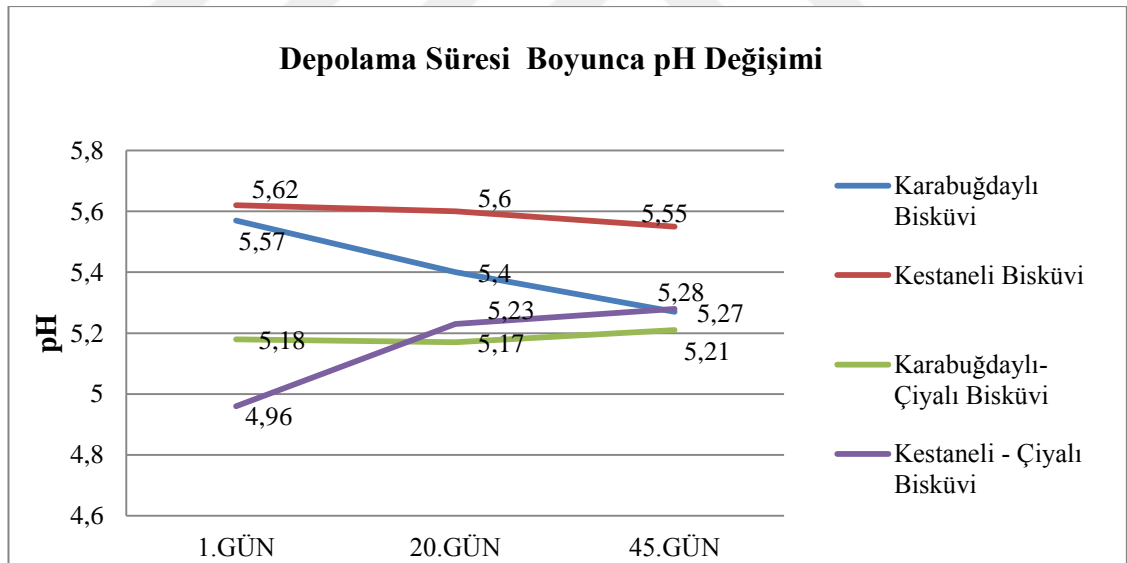
Depolama süresi boyunca diğer bir kontrol parametresi olarak pH değişimi incelenmiştir. Bisküvilerde pH, bisküvinin tadının algılanmasında önem arz eder. Bisküvi tat algılamasının daha net olması açısından pH'ın nötr veya nötre yakın değerlerde olması istenmektedir. Karabuğdaylı bisküvi numuneleri 1., 20. ve 45. günler için çizelge 6.8.2 de detaylı olarak gösterildiği gibi pH ölçümleri incelendiğinde depolama süresi boyunca önemli düzeyde farklılıklar saptanmıştır ($p < 0,05$).

Çizelge 6.10: Depolama Süresi Boyunca pH Değeri Değişimi

ÖRNEK	1. GÜN	20. GÜN	45. GÜN
Karabuğdaylı Bisküvi	5,57 ± 0,01 ^{ax}	5,40 ± 0,01 ^{by}	5,27 ± 0,01 ^{bz}
Kestaneli Bisküvi	5,62 ± 0,02 ^{ax}	5,62 ± 0,01 ^{ax}	5,55 ± 0,01 ^{ay}
Karabuğdaylı –Çiyalı Bisküvi	5,18 ± 0,03 ^{bx}	5,17 ± 0,01 ^{dx}	5,21 ± 0,01 ^{cx}
Kestaneli-Çiyalı Bisküvi	4,96 ± 0,04 ^{cy}	5,23 ± 0,01 ^{cx}	5,28 ± 0,00 ^{bx}

¹Tablodaki veriler iki tekrara ait ortalama değerleri ve standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütundaki farklı harflere (a-d) ve aynı satırdaki farklı harflere (x-z) sahip değerler önemli ölçüde ($p < 0.05$) farklıdır.

Bisküvi formülasyonlarında pH değerinin depolama süreci boyunca değişim etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi şekil 6.8.2’de verilmiştir.



Şekil 6.10: Depolama Süresi Boyunca pH Değişimi

6.8.3 Depolama Süresi Boyunca Peroksit Değişimi

Yağ ve/veya yağ içeren gıdaların bozulması, bileşimlerindeki doymamış moleküllerin hava oksijeni ile reaksiyonu sonucunda aldehit, keton, hidroksi asitler, alkoller ve daha küçük molekülü yağ asitleri gibi bileşiklerin meydana

gelmesidir. Bu reaksiyon peroksidasyon olarak tanımlanır, yağların yükseltgenerek bozulmasını da ısı, ışık ve bazı metalleri katalize eder (Nas ve diğ., 1998).

Peroksit değeri yükselmesi hayvansal yağlar, bitkisel yağlar ve yağlı gıdaların oksijene maruz kalma süresi ve miktarı ile ilişkilidir. Bu yüzden yağ ihtiva eden gıdaların muhafaza koşulları peroksit değerini ve bu duruma bağlı depolama süresini etkilemektedir.

Yapılan istatistiksel değerlendirmeye göre, depolama süresinin uzamasının bisküvilerin peroksit sayısı değerlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde ($P < 0,05$) etkilediği saptanmıştır.

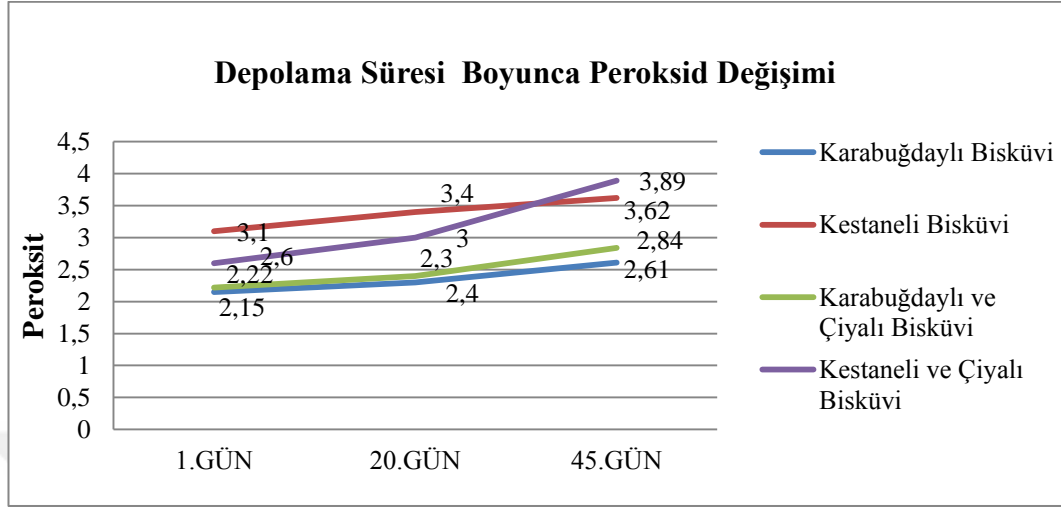
Çizelge 6.11: Depolama Süresi Boyunca Peroksit Değeri Değişim sonuçları (meq O_2/kg)

ÖRNEK	1. GÜN	20. GÜN	45. GÜN
Karabuğdaylı Bisküvi	$2,15 \pm 0,01^{cy}$	$2,28 \pm 0,01^{cy}$	$2,61 \pm 0,11^{cx}$
Kestaneli Bisküvi	$3,10 \pm 0,04^{ay}$	$3,43 \pm 0,16^{ax}$	$3,62 \pm 0,03^{bx}$
Karabuğdaylı – Çiyalı Bisküvi	$2,22 \pm 0,05^{cy}$	$2,43 \pm 0,04^{cy}$	$2,84 \pm 0,16^{cx}$
Kestaneli – Çiyalı Bisküvi	$2,60 \pm 0,06^{bz}$	$2,98 \pm 0,06^{by}$	$3,89 \pm 0,03^{ax}$

¹Tablodaki veriler iki tekrara ait ortalama değerleri ve standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütundaki farklı harflere (a-d) ve aynı satırdaki farklı harflere (x-y) sahip değerler önemli ölçüde ($p < 0,05$) farklıdır.

Analiz sonuçları incelendiğinde kestane-çiya formülasyonu birinci ile kırkbeşinci gün ölçümleri arasında peroksit değerlerinde önemli düzeyde farklılıklar görülmüştür ($p < 0,05$). Depolama süresince artan peroksit değeri 45. gün ölçümlerinde karabuğdaylı bisküvi, kestaneli bisküvi, karabuğdaylı-çiya bisküvi ve kestaneli-çiya bisküvilerde sırasıyla $2,61 \pm 0,11$; $3,62 \pm 0,03$; $2,84 \pm 0,16$ ve $3,89 \pm 0,03$ meq O_2/kg olarak saptanmıştır. Kimyasal kompozisyon olarak yüksek yağ içerikli çiya tohumu eklenmesi sonucu son ürün yapısında meydana gelen yağ artışına bağlı okside olmuş yağ miktarı artmıştır.

Depolama süresi boyunca bisküvi formülasyonlarına ait peroksit değeri değişimi TS 2383 bisküvi standardında belirlenen 10 meq O₂/kg maksimum peroksit sınırını aşmamıştır.



Şekil 6.12: Depolama Süresi Boyunca Peroksid Değeri Değişim Grafiği

Patates nişastası ve mısır unu hammaddeleri ile yapılan glutensiz bisküvi formülasyonlarına % 50 karabuğday unu ikamesi ile bisküvilerde başlangıç, birinci, ikinci ve üçüncü ay sonunda peroksit değerleri sırasıyla 0,81, 1,17, 1,35 ve 1,40 meq O₂/kg yağ olarak ölçülmüştür. Belirtilen hammaddelere % 40 karabuğday ve % 30 amarant ikamesi sonucu peroksit değerleri sırasıyla 0,94, 1,23, 1,57 ve 1,63 mg O₂/g olarak değiştiği kaydedilmiştir (Gambuşve diğ., 2009). Yapılan çalışma da literatür ile benzerlik göstermiş ve ürünlerin başlangıç yağ içeriği ile peroksit değeri artışı arasında doğrusal bir ilişki olduğu görülmüştür.

6.9 Yağ Asitleri Kompozisyonu Test Sonuçları

Bisküvi formülasyonlarına ait 1.gün yağ asitleri kompozisyon testleri incelendiğinde karabuğdaylı, kestaneli, karabuğdaylı-çiyalı ve kestaneli-çiyalı örneklerde C18:2n6a linoleik asit (omega-6) sırasıyla 14,67 ± 0,64; 15,73 ± 0,23; 15,16 ± 0,98; 14,09 ± 2,34 ve C18:3n3a linolenik asit (omega-3) için ise; 1,31 ± 0,11; 1,50 ± 0,02; 1,53 ± 0,13 ve 1,48 ± 0,26 değerler saptanmıştır. Ayrıca bisküvi örnekleri 6 aylık depolama süresi sonunda yağ asitleri kompozisyon testlerine tabi tutulmuş ve analiz sonuçları incelendiğinde karabuğdaylı, kestaneli, karabuğdaylı-çiyalı ve kestaneli-çiyalı örneklerde C18:2n6a linoleik asit (omega-6) sırasıyla 15,19 ± 0,57; 15,73 ± 0,23;

12,42±0,98; 19,69 ± 1,37 ve C18:3n3a linolenik asit (omega-3) için ise; 0,73 ± 0,06; 1,50 ± 0,02; 1,25±0,10; 1,06 ± 0,07 değerleri saptanmıştır.

Bir çalışmada farklı hammaddeler ile yapılan ekmek denemelerinde buğday unu, karabuğday unu ve çiya unu kullanımı incelenmiş, yapılan yağ asitleri kompozisyon testinde buğday unu ekmeklerinde C18:2n6a linoleik asit (omega-6) 0,40 g/kg ve C18:3n3a linolenik asit (omega-3) 0,03 g/kg; karabuğday unundan yapılan ekmeklerde ise C18:2n6a linoleik asit 31,6 g/kg ve C18:3n3a linolenik asit 5,3 g/kg; karabuğday-çiya (90:10) ekmek numunelerinde ise C18:2n6a linoleik asit 48,6 g/kg ve C18:3n3a linolenik asit 67,5 g/kg olarak belirtilmiştir (Merendino ve diğ., 2013).

Buğday ekmeğine farklı oranlarda kestane unu ikamesi yapılan çalışmada(buğday / kestane unu oranları, 100/0; 80/20; 50/50) formülasyonların yağ asitleri kompozisyonu incelenmiş ve C18:3n3a linolenik asit (omega-3) değerleri sırasıyla % 0,7 % 0,8 % 0,9 olarak kaydedilmiştir (Dall'Asta ve diğ., 2012).

Çiya tohumunun fiziksel özellikleri ve fonksiyonel gıda uygulamalarında kullanım olanakları, son yıllarda kurabiyelerde ikame potansiyelini arttırmıştır. Yüksek yağ içeriği (320 g/kg) ve çoklu doymamış yağ asitleri bakımından zengin olması özellikle omega-3 linolenik asit (540-670 g/kg) ve omega-6 linoleik asit (120-210 g/kg) içeriğinden dolayı tamamlayıcı katkı maddesi olarak nitelendirildiği kaydedilmiştir (Inglett, 2014).

Çiya (*Salvia hispanica L.*) yağ ekstraksiyonu ve işleme parametrelerinin incelenmesi konulu çalışmada palmitik asit (16:0) % 7,3; stearik asit (18:0) % 2,8; oleik asit (18:1) % 7,4; linoleik asit (18:2) % 22,0 ve linolenik asit (18:3) % 60,5 olarak saptanmıştır (Ribotta ve diğ., 2011).

Çiya tohumları % 25 - 40 arasında yağ içeriğine sahip ve yağ asitleri kompozisyonu olarak % 68 alfa-linolenik asit muhtavasından dolayı en yüksek bitki orjinli omega-3 kaynağıdır (Ayerza ve Coates, 2011) . Aynı zamanda % 20 oranında omega-6 linoleik asit içerirler, dolayısıyla iki temel yağ asiti arasında iyi bir denge oluştururlar (Oliveros ve Lopez, 2012).

Farklı miktarlarda çiya unu takviyeli buğday esaslı bisküvilerin yağ asitleri kompozisyonu incelenmiş 100 % buğday unu bisküvi ve son üründe % 5, % 10, % 15, % 20 çiya ikamesi yapılan bisküvi formülasyonları için C18:2 yağ asidi ölçümleri sırasıyla 56,9; 53,0; 50,1; 47,1 ve 45,0 değerleri saptanmıştır. Ayrıca C18:3 için 0,2; 6,7; 11,6; 16,6 ve 19,8 değerleri kaydedilmiştir (Mesías ve diğ., 2016).

Çizelge 6.12: Bisküvi formülasyonlarına ait ‘% yağ asitleri kompozisyonu’

Örnek	1. GÜN				6 Aylık Depolama			
	Karabuğdaylı	Kestaneli	Karabğdaylı& Çiyalı	Kestaneli & Çiyalı	Karabuğdaylı	Kestaneli	Karabuğdaylı & çiyalı	Kestaneli & Çiyalı
C4:0 Butirik	0,24 ± 0,01	0,11 ± 0,02	0,11 ± 0,02	0,24 ± 0,09	0,18 ± 0,08	0,11 ± 0,02	0,17±0,04	0,27 ± 0,13
C8:0 Kaprilik	2,72 ± 0,04	1,27 ± 0,08	1,62 ± 0,18	3,03 ± 0,47	1,5 ± 0,64	1,27 ± 0,08	1,29±0,16	2,015 ± 0,91
C10:0 Kaprik	1,66 ± 0,21	1,11 ± 0,00	1,32 ± 0,10	2,02 ± 0,62	1,13 ± 0,4	1,11 ± 0,00	0,97±0,06	1,42 ± 0,68
C12:0 Laurik	14,33 ± 2,34	12,72 ± 0,16	13,58 ± 1,33	17,53 ± 5,20	9,81 ± 2,08	12,72 ± 0,16	8,91±2,32	11,02 ± 5,66
C14:0 Miristik	4,21 ± 0,29	4,44 ± 0,10	4,24 ± 0,52	4,67 ± 0,95	3,49 ± 0,16	4,44 ± 0,10	3,38±0,81	3,78 ± 1,75
C16:0 Palmitik	28,7 ± 0,74	30,31±0,40	29,19 ± 1,22	27,78 ± 0,07	31,45 ± 1,52	30,31 ± 0,40	29,58±1,69	36,92 ± 10,01
C16:1 Palmitoleik	0,24 ± 0,00	0,29 ± 0,01	0,3 ± 0,08	0,26 ± 0,01	0,23 ± 0,02	0,29 ± 0,01	0,17±0,01	0,29 ± 0,10
C17:0 Heptadekanolik	0,08 ± 0,00	0,09 ± 0,00	0,08 ± 0,00	0,44 ± 0,51	0,08 ± 0,01	0,09 ± 0,00	0,08±0,01	0,1 ± 0,03
C18:0 Stearik	10,25 ± 0,43	9,98 ± 0,21	10,68 ± 0,88	9 ± 1,76	7,14 ± 0,25	9,98 ± 0,21	8,19±0,78	7,97 ± 0,22
C18:1n9-T Elaidik	0,09 ± 0,00	0,1 ± 0,00	0,13 ± 0,02	0,10 ± 0,02	0,075 ± 0,01	0,1 ± 0,00	0,1±0,01	
C18:1n9-C Oleik	20,96 ± 0,95	21,75 ± 0,33	21,6 ± 1,46	19,48 ± 3,32	28,11 ± 0,97	21,75 ± 0,33	32,45±2,66	29,49 ± 0,00
C18:2n6-C Linoleik (Omega 6)	14,67 ± 0,64	15,73 ± 0,23	15,16 ± 0,98	14,09 ± 2,34	15,19 ± 0,57	15,73 ± 0,23	12,42±0,98	19,69 ± 1,37
C18:3n3-C Linolenik (Omega 3)	1,31 ± 0,11	1,50 ± 0,02	1,53 ± 0,13	1,48 ± 0,26	0,73 ± 0,06	1,50 ± 0,02	1,25±0,10	1,06 ± 0,07

1 Tablodaki veriler iki tekrara ait ortalama değerleri ve standart sapmayı göstermektedir.



7 SONUÇ

Araştırmada glutene duyarlı kişiler için alternatif hammadde kaynakları araştırılmış ve fonksiyonel glutensiz bisküvi formülasyon çalışmaları sonucunda 4 çeşit ürün elde edilmiştir. Hammaddelerde kompozisyon özellikleri incelenmiş olup; nem, kül, kuru madde, protein miktarı, yağ, karbonhidrat, diyet lifi ve enerji değerleri test edilmiştir.

Son ürün olarak nitelendirilen bisküvilerde ise; depolama süresi boyunca peroksit değeri, pH, küf-maya analizi ve nem tayini testleri uygulanmış, su absorpsiyonu, su tutma kapasitesi, duyuşal test, renk, fiziksel özellikler, kimyasal özellikler ve tekstür olmak üzere önemli değerlendirme kriterleri ilgili ulusal ve uluslararası metotlar referans alınarak incelenmiştir. Alternatif hammadde kaynakları belirlenirken fonksiyonel özelliği olan karabuğday unu, kestane unu ve çiya tohumu kullanılmıştır. Çiya tohumu içeren modifikasyonlar iyi su tutma kapasitesine sahip hidrofilik bileşikler olması dolayısıyla çiya tohumları içeren numuneler diğerlerinden daha yüksek su absorpsiyonu miktarlarına sahip olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Çiya ihtiva eden formülasyonlarda bisküvi numunelerin kırılmaya karşı dirençleri yani sertlik değeri çiya tohumu içermeyenlere kıyasla önemli düzeyde azalmış ($p<0,05$) bu da pozitif bir etkileşim olarak nitelendirilmiştir. Duyusal testte genel beğeni ve kabul edilebilirlik bakımından çiya gamı içeren formülasyonlar panelistler tarafından en yüksek skor ile değerlendirilmiştir. Diyet lifi kaynağı bakımından zengin olan çiya (% 37,5) ve kestane unu (% 18) erişkinlerde günlük alımı önerisini karışılmak açısından iyi bir alternatif hammadde kaynağı sunmuştur. Ancak formülasyonlarda çiya tohumu kullanım miktarı önemlidir. Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin 2013 yılında yayınlanan 258/97/EC sayılı yönetmeliği uyarınca yeni bir gıda maddesi olarak çiya (*Salvia hispanica*) tohumunun kullanım izni % 5 den % 10 oranına yükseltilmiş olup günlük tüketimi ise 15 gramı aşmayacak şekilde sınırlandırılmıştır.

Kestane unu kullanımı diyet lifi ve mineral açısından bisküvilere fonksiyonel özellik kazandırmış, ancak bisküviler protein değeri bakımından zayıf kalmış ve ürünlerin yüksek nem içeriğine bağlı depolama süresi sonunda bisküvi TS 2383/Şubat2010 da belirtilen limitleri aşmıştır. Karabuğday unu içeren bisküilerde ise, kimyasal yapısının buğday ununa yakın olması dolayısıyla protein değerinin kestane ununa kıyasla daha yüksek olduğu buna karşın su absorpsiyon kapasitesinin düşük olması nedeniyle sertlik değerini arttırmıştır. Çiya tohumların son ürünlerdeki besin değeri, kalite ve depolama süresi boyunca olumlu etkileri sayesinde gelecekte de farklı glutensiz ürün formülasyonlarının geliştirilmesinde kullanılabilir fonksiyonel bileşenler olarak dikkat çekmektedir.



KAYNAKLAR

- Alfredo, V., Gabriel, R., Luis, C., David, B., 2008.** “Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.)” Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Avenida Juárez No. 421 Ciudad Industrial, Apdo. Postal 1226, Suc. Las Fuentes, C.P. 97288 Mérida, Yucatán, México. *LWT - Food Science and Technology* 42 (2009) 168–173
- Anonymous** (2004) T.S. 4964, Hayvansal ve bitkisel katı ve sıvı yağlar – Peroksit değeri tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Assaad A.H. 2006.** “Gastrointestinal food allergy and intolerance”, *Pediatric Annals*, 35: 718-26.
- Ayerza R. (1995).** Oil content and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica* L.) from five Northwestern locations in Argentina. *Journal of the American Oil Chemists Society* 72: 10791081.
- Ayerza, R., & Coates, W. (1999).** “An omega-3 fatty acid enriched chia diet: its influence on egg fatty acid composition, cholesterol and oil content”. *Canadian Journal of Animal Science*, 79, 53–58.
- Baljeet, S.Y, Ritika, B.Y. and Roshan, L.Y** “Studies on functional properties and incorporation of buckwheat flour for biscuit making” *Department of Food Science and Technology Chaudhary Devi Lal University, Sirsa (Haryana) – India International Food Research Journal* 17: 1067-1076 (2010).
- Baljeet, S.Y, Ritika, B.Y. ve Roshan, L.Y. (2010).** “Studies on functional properties and incorporation of buckwheat flour for biscuit making”. *International Food Research Journal* 17: 1067-1076.
- Bloksma, A. H., & Bushuk, W. (1998).** “Rheology and chemistry of dough”. In Pomeranz (Ed.), *Wheat: chemistry and technology* (pp. 131–200). St. Paul, MN, USA: AACC.
- Bodrozđ-a-Solarov, M., 2010.** “Feasibility of use of buckwheat flour as an ingredient in ginger nut biscuit formulation” Institute for Food Technology, University of Novi Sad, Bul. cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Serbia. *Food Chemistry* 125 (2011) 164–170.
- Bruna De Mônaco Lopes, Ivo Mottin Demiate, Vivian Cristina Ito, Cristina Soltovski de Oliveira, Marco Aurélio da Silva Carvalho Filho, Egon Schnitzler, Luiz Gustavo Lacerdaa, 2016.** “Effects of partial in vitro digestion on properties of European chestnut (*Castanea sativa* Mill) flour” *Thermochimica Acta* 640 (2016) 36–41
- Bushway A.A., Belyea P.R. and Bushway R.J. (1981).** Chia seed as a source of oil, polysaccharide and protein. *Journal of Food Science* 46: 13491350.
- Chopra N., D. Bhavnita ve S. Puri. 2014.** Formulation of buckwheat cookies and their nutritional, physical, sensory and microbiological analysis. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, Vol. 5: 381-387.

- Clark R, Johnson S. 2002.** “Sensory acceptability of foods with added lupin (*Lupinus angustifolius*) kernel fiber using pre-set criteria”. *J Food Sci* 67(1):356–362.
- D. Sabanis, D. Lebesi, C. Tzia, 2009.** “Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread”, Laboratory of Food Chemistry and Technology, School of Chemical Engineering, National Technical University of Athens, 5 Iroon Polytechniou St., 15780 Athens, Greece. *LWT - Food Science and Technology* 42 (2009) 1380–1389
- 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, 233e239.
- Demırkesen, I., Sumnu, G. And Sahın, S. 2013.** Image nalysis of gluten-free breads prepared with chestnut and rice flour and baked in different ovens. *Food Bioprocess Technol.* 6(7), 1749–1758. DOI:10.1007/s11947 012-0850-5.
- Denisa Eglantina Duta, Alina Culetu, 2015.** “Evaluation of rheological, physicochemical, thermal, mechanical and sensory properties of oat-based gluten free cookies” National Institute of Research & Development for Food Bioresources – IBA Bucharest, 6 Dinu Vintila Street, 021102 Bucharest, Romania. *Journal of Food Engineering* 162 1–8
- Dharmesh H. Kaswala, Gopal Veeraraghavan, Ciaran P. Kelly and Daniel A. Leffler,** “Celiac Disease: Diagnostic Standards and Dilemmas” EC (European Commission) (2013). Commission implementing decision of 22.1.2013 authorising an extension of use of Chia (*Salvia hispanica*) seed as a novel food ingredient under Regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of the Council. *OJEU. L 21/34e35.*
- ELGÜN A. ve ERTUĞRUL Z. 1995.** “Tahıl İşleme Teknolojisi”, Atatürk Ü. Ziraat Fak. Erzurum.
- Erbas, M, Certel M, Uslu MK. 2005.** “Some chemical properties of white lupin seeds (*Lupinus albus* L.)”. *Food Chem* 89:341–345.
- F. MacRitchie, (2014).** “Requirements for a test to evaluate bread-making performance” *Journal of Cereal Science*, 59, pp. 1–2.
- Filipc̆ev, B., Šimurina, O., Sakac̆, M., Sedej, I., Jovanov, P., Pestoric̆, M., Gallagher, E., Gormleya, T. R., & Arendt, E. K. (2004).** “Recent advances in the formulation of gluten free cereal- based products”, *Journal of Food Science and Technology*, 15, 143-152.
- Gambuś,H., Gambuś, F., Pastuszka,D., Wrona, P., Ziobro,R., Sabat, R., Mickowska, B., Nowotna, A., & Sikora, M., 2009.** “Quality of gluten-free supplemented cakes and Biscuits”. Department of Carbohydrate Technology, ²Department of Agricultural Chemistry, and ³Centre of Food Monitoring and Attestation, Agricultural University, Krakow, Poland. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(S4): 31 to 50.
- Gibson, G. R., & Roberfroid, M. B. (1995).** “Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics”. *Journal of Nutrition*, 125, 1401–1412.

- Giorgia Vici, Luca Belli, Massimiliano Biondi, Valeria Polzonetti, 2016.** “Gluten free diet and nutrient deficiencies: A review” School of Advanced Studies, University of Camerino, Italy and School of Biosciences and Veterinary Medicine, University of Camerino, Italy. *Clinical Nutrition* (35) 1236-1241.
- H.-D. Belitz, W. Grosch, P. Schieberle, 2009.** “Cereals and cereal products”, in: H.-D. Belitz, W. Grosch, P. Schieberle (Eds.), *Food Chemistry*, Springer, Berlin, 2009, pp. 670–675.
- H.G. Lengliné, N.C. Bensussana, F. M. Ruemmele, 2015.** “Celiac disease in children”, Paris
- Iglesias-Puig E., Monederob V. and Haros M., 2015.** Bread with whole quinoa flour and bifidobacterial phytases increases dietary mineral intake and bioavailability. *LWT - Food Science and Technology*, 60(1):71-77
- İşleroğlu, H., Kemerli, T., Yilmazer, M., Güven, G., Özdestan, Ö., Ertekin, F., Özyurt, B., (2010).** “Drying Kinetics and Quality of Cookies During Baking in Natural and Forced Convection Ovens”,
- J.a Delcour, I.J. Joye, B. Pareyt, E. Wilderjans, K. Brijs, B. Lagrain (2012).** “Wheat gluten functionality as a quality determinant in cereal-based food products”, *Annual Review of Food Science and Technology*, 3 pp. 469–492.
- Jarosław Korus, Mariusz Witczak, Rafał Ziobro, Lesław Juszczak, 2009.** “The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread” Agricultural University, Balicka 122 Street, 30-149 Krakow, Poland. *Food Hydrocolloids* 23 (2009) 988–995.
- Kaur M., Sandhu K.S. , Arora A. P., Sharma A., 2014.** Gluten free biscuits prepared from buckwheat flour by incorporation of various gums: Physicochemical and sensory properties. *LWT - Food Science and Technology* 62 (2015) 628e632
- Kaur, M., Sandhu, K. S., Arora, A., and 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.
- Koppelman S.J. and S.L. Hefle., 2006.** “Detecting allergens in food”, Woodhead Publishing Ltd. Cambridge England. 21-38 p
- Lehrer S.B., Ayuso R. and G. Reese. 2002.** “Current understanding of food allergens”, *Genetically Engineered Foods Assessing Potential Allergenicity*, 964: 69-85.
- Lo, G.S. 1989,** “Nutritional and physical properties of dietary fiber from soybeans”. *CerealFoods World*, 34, 1989,530-534.
- Lqari H., Vioque J., Pedroche J. and Milla'n F. (2002).** Lupinus angustifolius protein isolates: chemical composition, functional properties and protein characterization. *Food Chemistry* 76: 349356.
- Marlett, J.A.;McBurney, M.I.; Slavin, J.L., 2002.** “Position of the American Dietetic Association: Health implications of dietary fiber”. *J. Am. Diet. Assoc.* 2002, 102, 993–1000.
- Marquart, L., Miller Jones, J., Cohen, E.A., and Poutanen, K., (2007).** “The future of whole grains, in *Whole Grains and Health*, pp. 3-17, Eds. Marquart, L., Jacobs Jr, D.R., McIntosh, G.H., Poutanen, K., and Reicks, M., Blackwell Publishing Ltd., London.

- Mesías, M., Holgado, F., Marquez-Ruiz, G. Ve J. Morales, J. 2016.** “Institute of Food Science, Technology and Nutrition, ICTAN-CSIC, 28040, Madrid, Spain”, *LWT - Food Science and Technology* 73 (2016) 528-535.
- Mesías, M., Holgado, F., Marquez-Ruiz, G., J. Morales, F., 2016.** “Risk/benefit considerations of a new formulation of wheat-based biscuit supplemented with different amounts of chia flour”. Institute of Food Science, Technology and Nutrition, ICTAN-CSIC, 28040, Madrid, Spain, *LWT - Food Science and Technology* 73 (2016) 528-535
- Mir, S. A.^{a,b}, Bosco, S. J.^b, Shah, M. A.^b, 2017.** ^a Department of Food Technology, Islamic University of Science and Technology, Awantipora, Jammu and Kashmir 192122, India and ^b Department of Food Science and Technology, Pondicherry University, Puducherry 605014, India. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*.
- Myers, C. 1988** ,“Functional attributes of protein isolates. In *Characterization of Proteins*”: Franks, F. Ed.; Humanna Press: Clifton, NJ. USA, 1988,491-549.
- Nas, S., Gökalp, H.Y., Ünsal, M.(1998)** Bitkisel Yağ Teknolojisi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları. Yayın no:005.
- Nelson, A.L., 2001.** High Fiber Ingredients. Eagen Press Handbook Series, first ed. AACC, Minnesota. pp. 44–61.
- Ortolani, C. & Pastorello, E. A. (1997).** “Symptoms of food allergy and food intolerance”. In *Study of nutritional factors in food allergies and food intolerance* (pp. 26–45). Luxembourg: CEC. Ranhorta, G. S., Loewe, R. J., & Puyat, L. V. (1975). Preparation and fortification of soy-fortified gluten-free bread. *Journal of Food Science*, 40, 62–64.
- P.H. Green, C. Cellier, (2007).** “Celiac disease”, *New Engl. J. Med.* 357 (17) 1731–1743.
- Pontieri, P., Mamone, G., De Caro, S., Tuinstra, M.R., Roemer, E., Okot, J., De Vita, P., Ficco, D.B.M., Alifano, P., Pignone, D., Massardo, D.R., Del Giudice, L., 2013.** “Sorghum, a healthy and gluten-free food for celiac patients as demonstrated by genome, biochemical, and immunochemical analyses”. *J. Agric. Food Chem.* 61 (10), 2565e2571.
- Prakriti Jnawali, Vikas Kumar, Beenu Tanwar, 2016.** “Celiac disease: Overview and considerations for development of gluten-free foods” , Food Technology and Nutrition, School of Agriculture, Lovely Professional University, Phagwara, Punjab 144411, India
- Rosamond, W. D. (2002).** “Dietary fiber and prevention of cardiovascular disease”. *Journal of the American College Cardiology*, 39, 57–59.
- Sedej, I., Sakac, M., Mandic, A., Misan, A., Pestoric, M., Simurina, O., et al. (2011).** Quality assessment of gluten-free crackers based on buckwheat flour. *Lwt e Food Science and Technology*, 44, 694-699.
- Segura-Campos, M., Ciau-Solís, N., Rosado-Rubio, G., Chel-Guerrero, L., and Betancur-Ancona, D., 2014.** “Chemical and Functional Properties of Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) Gum” , Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucat’an, Periférico Nte. Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburn’a de Hidalgo Inn, 97203 Mérida, YUC, Mexico.

- Tan M. ve Yöndem Z., 2013.** İnsan ve hayvan beslenmesinde yeni bir bitki: Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Alınteri Zirai Bilimler Dergisi*, 25(2):62-66
- Türksoy, S. ve Özkaya, B., (2006).** “Gluten ve Çölyak Hastalığı” , Türkiye 9. Gıda Kongresi , Bolu.
- ÜNAL, Sezgin. 1992.** “Hububat Teknolojisi”, Ege Ü. Müh. Fak. Yay. İzmir.
- V. Y. Ixtaina, S. M. Nolasco, and M. C. Tomas, (2008).** “Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds,” *Industrial Crops and Products*, vol. 28, no. 3, pp. 286–293.
- Wojciechowicz, A., Gil, Z., Kapelko, M., Ziğba, T., 2008.** Effect of resistant starch addition on the dough properties and wheat bread quality. *Food Sci. Technol. Qual.* 5 (60), 24e33 (in Polish, English abstract).
- Woolfe, J., 1992.** “Sweetpotato: An Untapped Food Resource”. Cambridge University Press, pp. 1–13; 366–372.
- Yadav, B. S., Ritika, B. Y., & Roshan, L. Y. (2010).** Studies on functional properties and incorporation of buckwheat flour for biscuit making. *International Food Research Journal*, 17, 1067-1076.
- Yıldız M., Tansı S. and Sezen S.M., 2014.** New plants with commercial potent. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, Special Issue 1:1036-1042
- Yılmaz, S., Doğan, N. Ö., Yaka, Ö., 2015.** “Comparison of the Glasgow-Blatchford and AIMS65 Scoring Systems for Risk Stratification in Upper Gastrointestinal Bleeding in the Emergency Department”, *Academic Emergency Medicine*, 22, (1), 22-30,



ÖZGEÇMİŞ

28 Nisan 1987 tarihinde Kerkük'te doğdu. İlk, orta ve lise eğitiminin bir kısmını Kerkük'te tamamladı. 2004 yılında ailesi ile birlikte İstanbul'a yerleşti ve Kağıthane'de bulunan Özel Suudi Arabistan fen bilimleri lisesinde eğitimine devam edip 2005 yılında lise eğitimini yüksek başarı ile tamamladı. Lisans eğitimini Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünde 2012 yılında tamamladı. 2013 yılından beri özel sektörde kalite uzmanı, TS EN ISO/IEC 17020:2012 kalite sistem denetçisi, denetim teknik müdür yardımcısı pozisyonlarda çalışmış ve son olarak TMG Hijyen denetim firmasında Teknik Müdür olarak görev yapmaktadır. Çok iyi düzeyde Arapça ve iyi seviyede İngilizce biliyor. Ulusal ve uluslararası kongrelerde poster ve sözlü bildirimlerde bulunmuştur. Gıda Mühendisleri Odası İstanbul Şubede kurumsal ilişkiler komisyon başkanıdır.



