

**T.C.
GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FINDIK UNU İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ GLUTENSİZ
EKMEK ÜRETİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Öğrencinin Adı SOYADI : İLAY TURGUT
Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : .../02/2022

Enstitü Anabilim Dalı : BİYOLOJİ
Tez Danışmanı : PROF. DR. ALP YALÇIN TEPE

**Ocak 2022
GİRESUN**

**T.C.
GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FINDIK UNU İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ GLUTENSİZ
EKMEK ÜRETİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İLAY TURGUT

Enstitü Anabilim Dalı : BİYOLOJİ

Bu tez .../.../2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Prof Dr.
A. Yalçın TEPE
Jüri Başkanı**

**Prof. Dr.
Ayşegül ÇEBİ
Üye**

**Dr. Öğr. Üyesi
Yalçın TÖRE
Üye**

**Doç. Dr.
Bahadır KOZ
Enstitü Müdürü**

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

İLAY TURGUT

../02/2022

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamın her aőamasında bilimsel alandaki kıymetli birikimlerini ve tecrübelerini fedakarlık ile paylaşan Sayın Prof. Dr. Alp Yalçın TEPE'ye,

Laboratuvar çalıőmalarımın gerçekleőmesinde yardımcı olan Gıda Mühendisliği bölümü hocalarıma,

Eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi beni destekleyen ve her daim yanımda olan baőta dedem ve babaannem olmak üzere tüm aileme,

Giresun Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyon Baőkanlıėına
(Proje No: FEN-BAP-C-281119-72) teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	I
İÇİNDEKİLER	II
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ	V
TABLOLAR LİSTESİ	VI
ÖZET	VII
SUMMARY.....	VIII
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Çölyak Hastalığı.....	8
2.2. Fındık.....	9
2.3. Glutensiz Ekmeğe İlave Edilen Besinsel Bileşenler.....	12
BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
3.1 Materyal.	16
3.2. Yöntem.....	16
3.2.1. Ekmek Üretimi.....	16
3.2. 2. Kimyasal Analizler.....	17
3.2. 2.1. Nem Analizi.....	17
3.2. 2.2. Kül Analizi.....	18
3.2. 2.3. Protein Miktarı Analizi.....	18
3.2. 3. Fındık Unununun Hamurunun Reolojik Özelliklerine Etkisinin Belirlenmesi.....	18
3.2. 3.1. Farinograf Analizi.....	18

3.2. 3.2. Ekstensograf Analizi.....	18
3.2.4. Ekmekte Yapılan Analizler.....	19
3.2.4.1. Nem Analizi.....	19
3.2.4.2. Kül Analizi.....	19
3.2.4.3. Protein Miktarı Analizi.....	19
3.2.4.4. Renk Analizi.....	20
3.2.4.5. Tekstür Analizi.....	20
3.2.4.6. Duyusal Analizler.....	20
3.2.4.7. İstatistiksel Değerlendirme.....	21
BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULAR.....	22
4.1. Kimyasal Analizler	22
4.1.1. Hammadde Nem ve Kül Değerleri.....	22
4.1.2. Hammadde Protein Değerleri.....	23
4.2. Fındık Ununun Hamurun Reolojik Özelliklerine Etkisinin Belirlenmesi.....	24
4.2.1. Farinograf Analizi.....	24
4.2.1. Ekstensograf Analizi.....	25
4.3. Ekmek Analizleri.....	28
4.3.1. Ekmekte Nem Analizi.....	28
4.3.2. Ekmekte Kül Analizi.....	29
4.3.3. Ekmekte Protein Analizi.....	30
4.3.4. Ekmekte Renk Analizi.....	31
4.3.5. Ekmeklerde Tekstürel Analizler.....	34
4.3.6. Duyusal Analiz Sonuçları.....	36
BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	38
KAYNAKLAR.....	40
EKLER.....	45
ÖZGEÇMİŞ.....	51

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece
ΔE	: Toplam Renk Değişimi
<i>A</i>	: Yeşillik ve Kırmızılık
<i>B</i>	: Mavilik ve Sarılık
<i>L</i>	: Aydınlık ve Karanlık
AACC	: American Association of Cereal Chemists
ANOVA	: Varyans Analizi
BU	: Brabender Unit
Cm	: Santimetre
cm ²	: Santimetrekare
Dk	: Dakika
G	: Gram
HCl	: Hidroklorik asit
HPMC	: Hidroksipropilmetilselüloz
Kcal	: Kalori
Kg	: Kilogram
Km	: Kilometre
LDL	: Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
MI	: Mililitre
Mm	: Milimetre
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
TPA	: Doku Profil Analizi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Fındık ağacı.....	6
Şekil 2.2. Fındık meyvesi.....	6
Şekil 2.3. Dünya fındık üretimi.....	9
Şekil 2.4. Fındığın farklı safhaları.....	10
Şekil 4.1. Farklı oranlarda fındık unu ilave edilen ekmek örneklerinin nem değerleri.....	28
Şekil 4.2. Farklı oranlarda fındık unu ilave edilen ekmek örneklerinin kül değerleri.....	29
Şekil 4.3. Farklı oranlarda fındık unu ilave edilen ekmek örneklerinin protein miktarları.....	30
Şekil 4.4. Ekmek kabuk renk değerleri.....	32
Şekil 4.5. Pirinç ununa farklı oranlarda fındık unu ilave edilerek hazırlanan glutensiz ekmeklerin dış görünümü.....	33
Şekil 4.6. Ekmek içi renk değerleri.....	33
Şekil 1.A. Ekmek formülasyonları ile hazırlanan hamurların farinograf grafikleri.....	45
Şekil 2.B. Ekmek formülasyonları ile hazırlanan hamurların ekstensograf grafikleri.....	48

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1 Glutensiz ekmek hamurunun formülasyonu.....	16
Tablo 3.2. Duyusal değerlendirme panel formu.....	21
Tablo 4.1. Hammadde nem ve kül değerleri.	22
Tablo 4.2. Hammadde protein değerleri.....	23
Tablo 4.3. Farinograf değerleri	24
Tablo 4.4. Ekstensograf değerleri.	27
Tablo 4.5. Fındık unu ilaveli ekmeklerin nem değerleri.....	28
Tablo 4.6. Fındık unu ilaveli ekmeklerin kül değerleri	29
Tablo 4.7. Fındık unu ilaveli ekmeklerin protein değerleri.....	30
Tablo 4.8. Fındık unu ilaveli ekmeklerin renk değerleri.....	31
Tablo 4.9. Ekmeklerde tekstür analizi sonuçları.....	35
Tablo 4.10. Duyusal analiz sonuçları	37

FINDIK UNU İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ GLUTENSİZ EKMEK ÜRETİMİ

ÖZET

Fındık, içeriğinde bulunan omega yağ asitleri, arginin, lif, vitamin E, vitamin B2 ve B6, amino asit ve folik asitler açısından oldukça zengindir. Bu özellikleri ile iyi bir besin kaynağıdır ve katkı maddesi olarak tercih edilir. Bu çalışmada glutensiz ekmeklerde mineral madde, protein ve vitamin eksikliğinin en büyük sorunlardan biri olduğu dikkate alınarak, glutensiz ekmeklerin besleyici değerinin fındık unuyla zenginleştirilmesi ile birlikte ülkemiz ve dünya için önemli bir gelir kaynağı olan fındığa katma değer kazandırılması amaçlanmıştır. Ayrıca çölyak hastaları gibi kalıtsal hastalıkları olan kişiler için de fonksiyonel gıda taleplerinin karşılanması hedeflenmiştir. Bu amaçla, hazırlanan ekmek karışımlarına farklı oranlarda (%0, %2,5, %5, %7,5 ve %10) fındık unu ilavesinin hamurun fiziksel, reolojik özellikleri ile ekmek örneklerinin fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşsal kalite özellikleri analiz edilmiştir.

Ekmek hamurlarında yapılan farinograf ve ekstensograf analizi sonuçlarına göre, artan fındık unu ilavesiyle birlikte su kaldırma değerleri düşmüştür ve yumuşama derecesi değerlerinin yükseldiği görülmüştür. Fındık unu ilave edilen hamurların uzayabilirlik değerleri incelendiğinde glutensiz hamurlar gelen darbeye uzama göstermeden doğrudan kopmuştur. %10 fındık unu ilaveli hamurun en yüksek enerjiye sahip olması fındık unu ilavesinin hamurun gaz tutma kapasitesinin ve fermantasyon toleransının artmasını sağladığı anlaşılmıştır. Ekmek içi ve kabuk renk analiz sonuçlarına göre, en yüksek *L* değeri, fındık ununun ilave edilmediği %0 (kontrol) ekmeği olarak belirlenmiştir ve fındık unu ilavesinin artmasıyla orantılı ekmek kabuğunda rengin koyulaştığı tespit edilmiştir. Fındık ununun yüksek protein içeriğine sahip olması ekmek örneklerinde fındık unu ilavesi arttıkça protein değerinin paralel olarak artmasını sağladığı belirlenmiştir. Fındık ununun fazla su bağlama kapasitesine sahip olması sebebiyle fındık unu ilaveli glutensiz ekmeklerin sertlik değerlerinin kontrol ekmeklerine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. En düşük sertlik değeri %10 fındık unu ilaveli örnekte tespit edilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre, %10 fındık unu içeren ekmek örneğinin duyuşsal olarak kabul edilebilirliğinin en fazla olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Fındık, Gluten eksikliği, Çölyak hastalığı, Glutensiz ekmek, Katma değer, Protein

PRODUCTION OF GLUTEN-FREE BREAD ENRICHED WITH HAZELNUT FLOUR

SUMMARY

Hazelnuts are very rich in omega fatty acids, arginine, fiber, vitamin E, vitamins B2 and B6, amino acids and folic acids contained in their content. With these properties, it is a good source of nutrients and is preferred as an additive. In this study, it is aimed to enrich the nutritional value of gluten-free bread with nut flour, as well as to add added value to hazelnut, which is an important source of income for our country and the world, taking into account that the lack of minerals, proteins and vitamins in gluten-free bread is one of the biggest problems. In addition, it is aimed to meet the functional food demands for people with hereditary diseases such as celiac patients. For this purpose, the prepared mixture in different proportions of bread (%0, %2,5, %5, %7,5 and 10%) of hazelnut flour in the dough, the addition of physical, rheological properties and bread samples for physical, chemical, textural and sensory quality characteristics were analyzed.

According to the results of pharyngograph and extensograph analysis performed on bread dough, water removal values decreased with increasing addition of hazelnut flour and softening degree values were observed to increase. When the extensibility values of the dough in which hazelnut flour was added were examined, the gluten-free dough was directly broken off without elongation by the incoming impact. It is understood that the addition of hazelnut flour to the dough with the addition of 10% hazelnut flour has the highest energy, the addition of hazelnut flour increases the gas holding capacity of the dough and the fermentation tolerance. According to the results of the in-bread and crust color analysis, the highest L value was determined as 0% (control) bread, in which nut flour was not added, and it was found that the color of the bread crust darkened with the increase of the addition of nut flour. It has been determined that the high protein content of hazelnut flour allows the protein value to increase in parallel as the addition of hazelnut flour increases in bread samples. It has been determined that the hardness values of gluten-free breads with the addition of hazelnut flour are lower than control breads due to the fact that hazelnut flour has an excess water binding capacity. The lowest hardness value was determined in the sample with the addition of 10% nut flour. According to the results of sensory analysis, it was determined that the sensory acceptability of a bread sample containing 10% nut flour was the highest.

Keywords: Hazelnut, Lack of gluten, Celiac disease, Gluten-free bread, Value added, Protein

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Ekmek; una tuz, maya, içme suyu, soya unu, peynir altı suyu, gerekirse enzim, tahıl unları, bitkisel yağ, sakkaroz, buğday kepeği, kuru gluten, glikoz şurubu, süt tozu vb. bileşenler ile Türk Gıda Kodeksi tarafından da izin verilen katkı maddeleri katılarak hazırlanan karışımın tekniğe uygun bir şekilde yoğurularak fermantasyona bırakılması ve pişirilmesi ile yapılan üründür (Elgün ark., 1999).

Dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi Türkiye’de de günlük kalorinin önemli bir kısmı hububat ve ürünlerinden karşılanmaktadır. Bunların arasında özellikle ekmeğin temel gıda maddesi olması ve vazgeçilmezliği tarih boyunca olduğu gibi günümüzde de halen devam etmektedir (Ercan ve Özkaya, 1986).

Ülkemizin hızla artan nüfusuna paralel olarak dengeli ve sağlıklı beslenmeye olan ihtiyacın da oldukça artmasıyla tahıl ve tahıl ürünlerinin, özellikle ekmeğin besin kaynağı olarak tüketilmesi, besin değerlerinin iyileştirilmesi ve zenginleştirilmesi, yetersiz ve sağlıksız beslenme sorunlarının önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Çolakoğlu ve Çınar, 2004).

Ekmek, ekonomik ve kültürel alışkanlıklara bağlı olarak dünyanın dört bir yanındaki insanların beslenme ihtiyaçlarını karşılamada son derece önemli olan temel bir gıda maddesidir. Hamur kalitesi, protein kalitesine ve miktarına bağlı olarak değişir (Şimşek, 2020).

Çölyak hastalığının temel tedavisi yaşam boyu süren sadece glutensiz ürünlerin tüketilebildiği bir diyet uygulamasıdır. Glutensiz diyetle buğday, çavdar, arpa, yulaf

ve bu tür tahıllardan elde edilen ürünlerin tüketilmesi sakıncalıdır (Moroni ve ark., 2009).

Gluten özellikle buğday esaslı ekmek, bisküvi, kek, makarna gibi halkın beslenmesinde önemli yer tutan hububat ürünlerinin kalitesini etkileyen temel bileşendir (Özüğür ve Hayta, 2011).

Ekmeğin içindeki toplam buğday proteininin yaklaşık % 80-85'ini oluşturan protein glutendir. Glutenin birincil rolü, buğday ekmeğinin arzu edilen viskoelastik yapısının üretilmesidir. Glutensiz ekmeğin buğday ekmeğine göre kalitesizliği ve duysal özellikleri temel olarak bu yapının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Glutensiz ekmek genellikle sert ve ufalanan bir doku, düşük hacim, zayıf kabuk rengi, tadı ve aroması nedeniyle kısa bir raf ömrü gösterir (Şimşek, 2020).

Glutensiz ekmek, fermantasyon sırasında karbondioksiti tutmak için gerekli bir ağın oluşumundan sorumlu olan ve böylece ekmek özelliklerinin genişlemesini kolaylaştıran buğday gluteni proteinlerinin bulunmaması nedeniyle karmaşık bir üründür (Borges ve ark., 2021).

Dünyada insanlar tarafından gıda olarak tüketilen en önemli üç tahıl mısır, buğday ve çeltiktir. Sağlıklı bireyler açısından buğday ve ürünlerinin tüketiminin herhangi bir sakıncası bulunmamaktadır. Ancak toplumların yaklaşık % 0.3-0.5'inin çölyak hastası olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu kişilerin beslenme diyetlerinde arpa, buğday, çavdar ve yulaf ürünleri yer almamalıdır (Yılmaz ve Doğan, 2015).

Çölyak hastalarının tükettikleri glutensiz gıdalar çoğunlukla zenginleştirilmemesi ve rafine un ve/veya nişastadan üretildiklerinden, bazı B grubu vitaminleri, diyet lifi içeriği ve demir açısından gluten içeren diğer gıdalara oranla daha fakirdirler (Türksoy ve Özkaya, 2006).

Çölyak hastaları için ticari olarak üretilen unlu mamullerin kalitesinin düşük olduğu görüşü, araştırmacıları bu hastalar için farklı formülasyonlar kullanarak kalitesi,

duyusal özellikleri, kabul edilebilirliği daha yüksek ve raf ömrü daha uzun olan yeni ürünler üretmeye yönlendirmiştir (Hayıt ve Gül, 2017).

Fındık, Betulaceae familyasına ait olan dünya çapında en popüler ağaç yemişlerinden biridir ve bademden sonra ağaç yemişleri üretiminde ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye, özellikle Karadeniz Bölgesi, toplam küresel üretime %75'ten fazla katkıda bulunan ana fındık üretim alanıdır (Fereidoon ve ark., 2007).

Türkiye ekonomisi için hayati öneme sahip olmasının yanında Giresun için çok büyük ekonomik değere de sahiptir. Çeşitli gıda ürünlerinde bir bileşen olarak eşsiz ve kendine özgü bir lezzet sağlar ve insan beslenmesinde ve sağlığında önemli bir rol oynar (Alaşalvar ve ark., 2003).

Fındık günlük yaşamda yaygın bir atıştırma malıdır ve aynı zamanda yüksek vitamin, mineral, organik asit, lipit (% 58-64), protein (% 11-16) ve karbonhidrat (% 15-18) içerikli çikolatanın ana bileşenidir (Tepe ve ark., 2020).

Fındık, içeriğinde bulunan yağ asitleri, arginin, lif, vitamin E, vitamin B2 ve B6, amino asit ve folik asitler nedeni ile birçok rahatsızlığa fayda sağlamaktadır. Özellikle kalp krizi riskini önlemekle beraber, astım, bağırsak hastalıklarını, metabolizma faaliyetlerindeki aksaklıkları da önlemektedir. Ayrıca günlük olarak yeterli miktarda alınan fındık, metabolizmayı hızlandırır (Mutlu, 2008).

Fındıkta bulunan E vitamini, kanser hücrelerinin oluşmasını önler veya oluşuktan sonra onları etkisiz hale getirerek vücudu korumaktadır (Güner ve ark., 2021).

Fındık, %80 oranında çikolata sanayinde, kıyılmış, dilinmiş veya öğütülmüş biçimde; %10-12 oranında pastacılık, bisküvi, unlu mamuller sektörlerinde; %3-4 oranında da çerez olarak, kalanı dondurma sektöründe ve yağ sanayinde kullanılmaktadır (Güney ve Tepe, 2016).

BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Beslenme bozukluğuna, büyüme ve gelişmede duraklamaya yol açabilen çölyak hastalığı genetik yatkınlığı olan bireylerde glutene karşı kalıcı duyarlılıkla karakterize, üst ince bağırsağın immün aracılı kronik inflamatuvar bir hastalığıdır (Yanar ve ark., 2013).

Gluten, özellikle buğday, arpa, yulaf ve çaydarda bulunan suda erimeyen bir proteindir ve alkol ile reaksiyona girerek gliadin adı verilen bir molekül ortaya çıkarır. Gliadin'in ince bağırsak mukozasına zarar verme mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte hastalığın genetik olarak duyarlı bireylerde çevresel ve immünolojik faktörlerin hastalığı başlattığı yönündedir (Midyat ve ark., 2003).

Çölyak hastalığının günümüzde bilinen, kanıtlanmış tek tedavi yöntemi ömür boyu glutensiz sıkı bir diyetdir (Taşkın, 2019). Glutensiz bir diyetle yer almasına izin verilmeyen gıdalar (i) buğday, arpa, çavdar, triticale (buğday + çavdar melezi) ve yulaf unlarından hazırlanan ekmek veya diğer gıdalar ile bunlardan yapılan yan ürünler (ii) sosisli sandviç, salata sosları, hazır çorbalar, işlenmiş peynir, krema sosları gibi buğday ve gluten türevlerinin kalınlaştırıcı ve dolgu maddesi olarak kullanıldığı işlenmiş gıdalar ile (iii) tabletlerde bağlayıcı olarak gluten kullanılan ilaçlardır (İşleroğlu ve ark., 2009).

Son yıllarda gluten bulunmayan gıdalarla ilgili yapısı, lezzeti, kabul edilebilirliği ve raf ömrünün geliştirilmesi amacıyla nişasta, süt ürünleri, gumlar ve hidrokolloidler, gluten olmayan diğer proteinler de dâhil olmak üzere farklı yaklaşımlarda araştırmalar yapılmaktadır (İşleroğlu ve ark., 2009).

Glutensiz ürünler genellikle zenginleştirilmemiştir ve daha çok rafine un veya nişastadan yapılmaları nedeniyle gluten içeren benzer ürünlerle aynı besin miktarını içermeyebilirler (Gallagher ve ark., 2004).

Glutensiz diyetle B vitamini, kalsiyum, D vitamini, demir, çinko, magnezyum ve besinsel lif yetersizliği söz konusudur. Gluten içeren muadillerine kıyasla daha düşük seviyelerde bazı B vitaminleri, demir, folat ve diyet lifi içerirler (Thompson, 2000).

Türk Standartları Enstitüsü'ne göre un ya da ekmek gibi önemli temel gıdaların yerine kullanılan gluten içermeyen gıdalar yerine geçtikleri gıdalarla aynı miktarda vitamin ve mineral içermesi gerekmektedir (Anonim, 2005).

Fındık, Fagales takımının Betulaceae familyasının Coryleae alt familyasının, *Corylus* cinsine girmektedir. Meyvecilik bakımından önemli ve ekonomik olarak kültürü yapılan türleri, *Corylus Avellane L.* (Adi fındık), *Corylus Colurna L.* (Türk fındığı) ve *Corylus Maxima Mill.* (Lambert fındığı) dır (Polat, 2014). Yeryüzünde birçok ülkenin ormanlarında yabani halde bulunduğu için tarım alanı oldukça sınırlı kalmış, 37-42 kuzey enlemlerindeki ılımlı ve orta düzeydeki iklim koşullarında ve kıyılardan 30 km içeride 750 ile 1.000 metre arasındaki yüksekliklerde yetiştirilmiştir. Ayrıca toprak ve havada belirli bir oranda rutubetin yer alması da fındığın yetişmesinde etkili olmuştur (Yurtoğlu 2018). Türkiye için büyük ekonomik öneme sahiptir ve yıllık üretimi yaklaşık 500.000 tondur. Toplam ihracat geliri yaklaşık bir milyar ABD dolardır. Ekonomik değerlerinin yanı sıra, fındık gıdalara belirli bir lezzet katmakta ve insan beslenmesi ile sağlığında önemli bir rol oynamaktadır (Açkurt ve ark., 1999).



Şekil 2.1. Fındık ağacı



Şekil 2.2. Fındık meyvesi

Geleneksel ihraç ürünlerimizden olan ve ulusal ekonomide tarımımız için özel bir yer tutan fındık aynı zamanda bileşenleri bakımından önemli bir besin ögesidir. Fındığın kimyasal bileşimi türden türe değişmekte, iklim, yetiştirme koşulları, yükseklik ve jeolojik koşullar gibi diğer koşullarda bunu etkilemektedir (Kırca, 2010). Fındık meyvesinin kimyasal bileşimi yaklaşık %4 nem, %61 yağ, %17 karbonhidrat, %16 protein ve %2 küldür (Alaşalvar ve ark., 2003).

Glutensiz unlu mamuller makarna, ekmek, kek ve kurabiyeler dâhil olmak üzere birçok biçimde bulunur. Bunlar arasında ekmek, en çok yenen yiyecek olarak kabul edilir, çünkü yenilmesi uygun ve seri üretime elverişlidir. Bu nedenle, yüksek kaliteli

glutensiz ekmek üretmek glutensiz diyet yapanlar için bir yiyecek seçeneği sunmaktadır (Qin ve ark., 2021).

Ekmek üretimi çeşitli tiplerde gerçekleştirilebilmektedir. Örneğin; lifçe zenginleştirilmiş ekmek, proteince zenginleştirilmiş ekmek, kalsiyum katkılı ekmek, tuzsuz ekmek vb. Genel olarak lifçe zenginleştirilmiş ekmek için çavdar, pirinç, yulaf kepekleri, keten tohumu unu, chia tohumu unu; proteince zenginleştirilmiş ekmek üretimi için soya ve ürünleri özellikle olmak üzere süt tozu, peynir altı suyu tozu, mısır unu kullanılmaktadır (Yavuz, 2019).

Son zamanlarda, çölyak hastalığı olan kişiler tarafından daha duyuşal olarak kabul edilebilir ekmek yapmak için çeşitli yaklaşımlar araştırılmıştır (Gobbetti vd. 2007; Taylor vd. 2016). Fındık proteinleri esas olarak glutamik asit (%23.88), arginin (%12.51) ve aspartik asit (%9.25) ile 18 farklı amino asit içerir ve yağsız fındık unu protein içeriği bakımından zengin olduğundan (yaklaşık %40), glutensiz ekmeğin besin ve fonksiyonel kalitesini arttırmak için kullanılabilir (Tunç ve Kahyaoğlu, 2016).

Proteinler, ekmeklerin hem besinsel değerini, hem de kalitesini iyileştirmek için glutensiz ekmeklerde kullanılmaktadır (Özuğur ve Hayta, 2011). Proteinler, fonksiyonel özellikleri nedeniyle gıda ürünlerinin formülasyonu ve işlenmesi için önemlidir. Ayrıca çapraz bağlanma yoluyla viskoelastik özellikleri arttırmak, Maillard esmerleşmesini ve lezzetini arttırarak kaliteyi arttırmak, jelleşme ile yapıyı iyileştirmek ve köpürmeye yardımcı olmak için glutensiz formülasyonlara eklenir (Crockett ve ark., 2011).

Tunç ve Kahyaoğlu'nun yaptığı çalışmada yağsız fındık unu pirinç ununa %0, %10, %15 ve %20 oranlarında ikame edilmiş ve farklı oranlarda gum çeşitleri kullanılarak yağsız fındık ununun glutensiz ekmeklerin pişirme ve reolojik özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

2.1. Çölyak Hastalığı

Görülme sıklığı coğrafi farklılıklar gösteren çölyak hastalığının en yaygın olduğu bölge Batı Avrupa'dır. Hastalık İskandinav ülkelerinde en yüksek yaygınlığa sahip iken güneye inildikçe hastalık yaygınlığı azalmaktadır (Midyat ve ark., 2003).

Çölyak hastalığı, ince bağırsağın mukozasında ve submukozasında kronik inflamasyona neden olan otoimmün bir hastalıktır. Bunun nedeni, genetik olarak yatkın bireylerle ilişkili gluten içeren tahılların tüketilmesinin, bağırsak villusunu köreltmesi ve düzleştirilmesi ve böylece besin emilimi için mevcut alanın sınırlandırılmasına yol açmasıdır (Komerovski ve ark., 2021).

Gluten, buğday, çavdar ve arpa gibi tahıl tanelerinde bulunan bir proteindir. Ekmeğin bir bileşeni olarak gluten, istenen kıvrım yapısını ve hacmini elde etmek için gerekli olan güçlü bir protein ağı oluşturur. Bununla birlikte, nüfusun % 1'i, yaş veya ırktan bağımsız olarak, çölyak hastalığı olarak bilinen değişen yoğunlukta gluten intoleransını ortaya koymaktadır ve bilinen tek tedavi, glutenin hastanın diyetinden çıkarılmasıdır. Glutene duyarlı kişilerin bu proteini içeren her türlü gıdadan kaçınmaları gerekir. Bu nedenle çölyak hastalığı olan kişilere uygun tahıl bazlı gıda ürünlerinin tasarlanması gerekmektedir (Diowski ve Sadowska, 2021).

Günümüzde tüm çölyaklı bireylerin tam olarak uyması ve yaşam boyu sürdürmesi gerektiği konusunda görüş birliği bulunan glutensiz diyeti sürdürebilmek için hastalar gluten içermeyen süt, et, sebze ve meyve gibi besinleri rahatlıkla tüketebilmekte ancak gluten içeren ekmek, makarna gibi tahıl unu ile yapılan besinler yerine endüstri tarafından üretilen gluten içermeyen özel unlar ile yapılan yiyecekleri tüketebilmektedir. Bu özel olarak üretilen glutensiz besin maddeleri içinde protein, lif, demir ve folik asid, niasin, tiamin ve riboflavin gibi vitaminlerin daha az olduğu bilinmektedir (Kutlu, 2019).

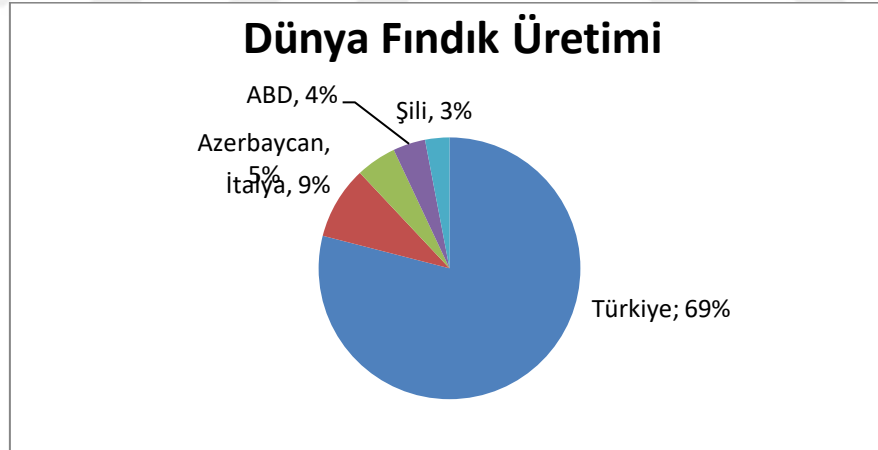
2.2. Fındık

Fındık (*Corylus maxima M.* ve *Corylus avellana L.*) dünya çapında popüler bir kabuklu yemiş türüdür (Alaşalvar ve ark., 2008).

Günümüzde Türkiye ekonomisi açısından en fazla döviz getirisi sağlayan birkaç tarım ürününden biri olan fındık ürünü, tarıma dayalı sanayiye hammadde, yarı mamul, mamul üretim ve ticaret aşamalarında istihdam yaratmak gibi önemli fonksiyonlar ifa etmektedir (Hacıbrahimoglu, 1997).

Türkiye, toplam dünya fındık üretim alanının %83'ünü içeren 550-650 bin hektar alanıyla en büyük fındık üretim alanına sahiptir (Aydemir ve ark., 2014).

Türkiye 2019 yılı itibarıyla dünya fındık üretiminin %69'unu karşılamaktadır. Dünya fındık üretiminin %9'unu İtalya, %5'ini Azerbaycan, %4'ünü ABD ve %3'lük kısmını da Şili gerçekleştirmektedir (Anonim, 2021).



Şekil 2.3. Dünya fındık üretimi

Ticari olarak fındık, kabuklu veya iç fındık olarak satışa sunulmaktadır. Fındık içleri doğal formda, kavrulmuş, kıyılmış, doğranmış, dilimlenmiş, un veya kavrulmuş macun şeklinde tüketilebilmektedir (Çiftçi, 2018).



a) çotanak

b) kabuklu

c) kabuksuz

Şekil 2.4. Fındığın farklı safhaları (Tepe ve ark., 2020).

Türkiye ekonomisine 400 milyon doların üzerinde katkı sağlayan fındık (*Corylus avellana L.*), toplam 545.000 ton/yıl verimiyle Türkiye'nin özellikle Ordu ve Giresun illerinin başlıca gelir kaynağıdır. Dünya üretiminin geri kalanını Türkiye'nin yanı sıra dünya çapında ana üretici İtalya, ABD, Gürcistan ve Azerbaycan üretmektedir. Karadeniz Bölgesi'nin dik eğimli arazisi fındık yetiştiriciliği dışında başka bir ürüne izin vermemektedir. Bu nedenle fındık yetiştiriciliğinin Karadeniz Bölgesi ve Türkiye için sosyo-ekonomik önemi vardır (Tepe ve ark., 2020).

Fındık, çok özel besin değerleri nedeniyle insan beslenmesinde ve sağlığında önemli bir rol oynamaktadır. Yüz gram fındık 600-650 kcal sağlar (Köksal ve ark., 2006).

Fındık, özel yağ (esas olarak oleik asit), protein, karbonhidrat, diyet lifi, vitaminler (E vitamini), mineraller, fitosteroller (esas olarak sitosterol) ve antioksidan fenolikler bileşimi nedeniyle insan beslenmesinde ve sağlığında önemli bir rol oynar (Alaşalvar ve ark., 2003).

Fındık içinin protein içeriği %10 ile %24 arasında değişmektedir. İnsan beslenmesinde günlük protein ihtiyacının %22'sinin günde 100 gr fındık tüketilerek sağlanabileceği bildirilmiştir (Pala ve ark., 1996). Fındığın protein miktarı yumurta ve tahıldan yüksek, et ve baklagillere hemen hemen eşittir fakat protein kalitesi yumurta, et ve ürünleriyle karşılaştırıldığında düşüktür (Şimşek ve Aslantaş, 1999).

İnsan sağlığı ve beslenmesi üzerinde önemli bir yere sahip olan fındık, kolesterolü azaltma özelliğiyle beraber, %14 karbonhidrat, %16,5 protein, %64 bitkisel yağ, zengin fosfor, demir ve kalsiyum mineralleri ve A, B1, B2, B6, C ve E vitaminleri içermektedir (Anıl ve ark. 2018).

Temel besin elementlerini içeren fındık değerli bir gıda maddesi olmakla beraber %48-72 oranında yağ içermektedir (Kırbaşlar ve Erkmen, 2003).

Fındığın içerdđi yağ bakımından mükemmel bir E vitamini kaynağı olduğu bilinmektedir ve en yüksek değere de 'Tombul' fındık çeşidi sahiptir. Farklı çeşitlere ait yağların arasında önemli düzeyde farklılıklar bulunsa da ikinci kalite fındık yağına sahip fındık çeşitlerinin de birinci kalite 'Tombul' fındık yağı kadar iyi E vitamini kaynağı olduğu belirtilmiştir (Alaşalvar ve ark., 2009).

E vitamini de C vitamini gibi önemli antioksidan bir besin olup serbest radikal hasarına karşı savunma mekanizmasında önemli rol oynayan yağda çözünen bir vitamindir ve özellikle de kötü kolesterol olarak bilinen LDL kolesterole karşı koruyarak kalp hastalđı gelişimini azalttığı bilinmektedir (Bostan, 2020).

Sinir sisteminin düzgün şekilde çalışmasını sağlayan, sinir kılıfı olan miyelinin yaratılması için gerekli bir vitamin olarak bilinen B vitamini yönünden de zengin olan fındık tam bir sağlık deposudur. Ayrıca sinir sistemimizin sağlıklı bir şekilde işlev gösterebilmesi için serotonin, melatonin ve epinefrin gibi hormonların salgılanması B6 vitamininin desteği ile olmaktadır (Anonim, 2021).

Çebi (2012), tarafından Giresun'da yürütölen projede doğumdan itibaren bebek emziren 90 kadının yer aldığı 3 grup üzerinde yapılan çalışmada 32 anneye 40 gr fındık, 29 anneye her gün aynı miktarda fındık ezmesi yedirilmiştir ve 29 anneye ise kontrol grubu olarak ayrılmıştır. Fındık öncesi ve sonrası süt miktarları karşılaştırılarak Giresun kalite fındığının anne sütüne yüzde 10 katkı sağladığı belirtilmiştir. Fındık ürünleri tüketen annelerin süt ve sütteki yağ oranında anlamlı derecede yükselmeler olduğu tespit edilmiştir.

Fındık ilavesi unlu mamuller, şekerleme, tahıl gevreği, süt ürünleri, salata, ara sıcak yemekler, sos ve tatlı içeriklerine lezzet ve doku katar (Turan ve ark., 2015).

2.3. Glutensiz Ekmeğe İlave Edilen Besinsel Bileşenler

Karabuğday unu, öğütülmüş üzüm çekirdeği, nar çekirdeği ve keten tohumunun glutensiz ekmek üretiminde % 6, 9 ve 12 oranlarında mısır nişastasına ikame edilerek hamur ve ekmek kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar; duyu analizi sonucu en çok beğeni %12 keten tohumu ilaveli ekmek olarak belirlenmiştir. 24. saatte katık ilavesi olan ekmeklerde sertlik değeri kontrol grubu ekmeklerle kıyaslandığında daha düşük olduğu belirlenmiştir. Karabuğday, üzüm çekirdeği, nar çekirdeği ve keten tohumunun fonksiyonel glutensiz ekmek üretimi için uygun katıklar olduğunu göstermiştir (Tümer ve Özer, 2018).

Çölyak hastalarına yönelik kısmi pişirilerek dondurma yöntemi ile üretilen ekmeklerin kalitesinin araştırıldığı bir çalışmada, belirlenen formülasyona göre %5, %10, %20 ve %30 oranlarında kinoa unu ilave edilmiştir. Ekmeklerin diyet lif, protein ve mineral değerlerinde önemli miktarda artış olduğu gözlenmiştir (Hayıt, 2018).

Hamurun reolojik özelliklerini ve ekmeğin pişirme özelliklerini iyileştirmek için pirinç ununa farklı oranlarda %5, %10 ve %15 oranlarında yağlı alınmış fındık unu, guar gum, keçiyoynuzu gamı ve ksantan gam ilave edilmiştir. Yağlı alınmış fındık unu ekmeklerin sertlik değerlerinde önemli ölçüde azalmaya neden olmuştur ve ekmek kabuklarını daha koyu bir hale getirmiştir. Ayrıca kontrol grubu yağlı alınmış fındık unu ve gam ilavesiz ekmek kabuklarında a* ve b* değerlerinde artış gözlenmiştir (Tunç ve Kahyaoğlu, 2016).

Ekstrüzyon pişirme ile işlenen mısır unu ve yağsız soya unu karışımları üç farklı oranda ekstrüde edilmiştir. Öğütmeden sonra, ekstrüde un karışımları, glutensiz ekmek yapmak için pirinç unu ile 1:1 oranında birleştirilerek hamurun reolojik

özellikleri, pişirme özellikleri, hamur ve ekmek verimi, farklı hidrokolloid ilavesi ile incelenmiştir. Glutensiz ekmeklerin protein içeriği ve duyuşal özellikleri belirlenerek guar gam ilavesi ile %75 mısır unu ve %25 yağsız soya unu karışımı ile üretilen ekmek en iyi kabuk elastikiyetine, yumuşaklığa ve gözenek yapısına sahip olduğu belirtilmiştir. Ekstrüde unlardan yapılan tüm ekmek numuneleri yüksek protein içeriğine ve daha iyi duyuşal özelliklere sahip olduğu anlaşılmıştır (Ćurić ve ark., 2007).

Yapılan başka bir çalışmada, farklı oranlarda nohut unu (%0, %20, %40, %60) ve esmer pirinç unu esaslı direkt hamur fermantasyonu ile üretilen glutensiz ekmeklerin kalitesi incelenerek glutensiz ekmeklerde protein, kül protein ve CIE *L*, *a*, *b* değerlerindeki artışların nohut unu miktarının artmasıyla ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Duyusal analiz sonucu en çok beğenilen %40 nohut unu içerikli ekmek olduğu bildirilmiştir (Barışık ve Tavman, 2018).

Miñarro ve ark. (2012), glutensiz ekmek üretimi amacıyla yürüttüğü araştırmada, mısır nişastasına ilave olarak nohut unu bezelye izolatu, keçiyoynuzu tohumu unu ve soya unu ile su, şeker, kabartma tozu, nebati yağ, maya, tuz, ksantan gum, emülgatör kullanmışlardır. Nohut ekmeği en yumuşak kabuk özelliğini göstermiştir. Nohut unu ve bezelye izolatu ekmekleri incelenen tüm parametreler sonucu iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Masure ve ark. (2019), tarafından yumurta beyazı ve soya proteinleri kullanılarak ekmek yapısını iyileştirmek için yapılan glutensiz ekmek çalışmasında, pirinç unu ve patates-tapyoka nişastası karışımı kullanılan iki farklı glutensiz ekmek formülasyonuna normal yumurta akı tozu, soya proteini izolatu ve yüksek jel yumurta beyazı tozları dâhil edilmiştir. Yapılan tekstür analizi neticesinde 24 saat depolama sonucu patates-tapyoka nişastası içeren ekmeklerde kabuk gevrekliğinin, pirinç unu içeren ekmeklerden daha az olduğu ve ayrıca yumurta akının kabuğun gevrekliğini azaltırken, soya proteinlerinin gevrekliği arttırdığı belirtilmiştir.

Pirinç unu ve mısır nişastasına belirlenen oranlarda (70:30) ayçiçeği proteini (%5,10,20) ilave edilerek glutensiz ekmek ile bezelye unu kullanılarak hazırlanan glutensiz ekmeklerin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada 21 günlük depolama sonunda tekstür, pişme kaybı, spesifik hacim ve renk gibi bazı parametreler değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, depolama sonucu ayçiçeği proteini ilavesi içeren bütün glutensiz ekmeklerde düşük sertliğe neden olurken protein içeriği bezelye unu içeren ekmeklerle kıyaslandığında %100 artış göstermiştir (Cruz ve ark., 2020).

Pirinç unu, mısır nişastası, tuz, şeker, kuru maya, rafine ayçiçek yağı, HPMC (Hidroksi Propil Metil Selüloz) ve dört farklı protein; pirinç, bezelye, yumurta akı ve peynir altı suyu proteinlerinin iki seviyede (%5 ve %10) eklenmesiyle kabuk kalitesini arttırmak amacıyla glutensiz ekmek örnekleri yapılmıştır. Ekmeklerde nem, su aktivitesi, tekstürel yapı, renk değerleri ölçülmüştür. Hayvansal ve bitkisel protein içeren glutensiz ekmeklerin kabuk kısımları kontrol ekmeğine göre daha koyu bir renkte olduğu belirlenmiş ve hayvansal proteinlerin eklenmesi örneklerin kabuk gevrekliğini azaltmıştır. %10 bezelye, %10 peynir altı suyu ve %5 yumurta akı proteini içeren ekmekler, kontrol ekmekleriyle kıyaslandığında daha yüksek nem içeriğine sahip olduğu görülmüştür ve ayrıca pirinç ve peynir altı suyu içeren ekmekler daha kuru kabuğa sahip oldukları gözlenmiştir. Peynir altı suyu, bezelye ve pirinç gibi bitkisel protein içeren ekmeklerde daha düşük nem değerleri ölçülürken ekmeklerde gevrekliğin azalmasının düşük nem içeriği ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Pico ve ark., 2019).

Diğer bir çalışmada peynir altı suyu proteini, tapyoka ve nohut ununun ekmeklerin fiziksel, besinsel ve duyuşsal özellikleri üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Rafine tuz (2.5 g), toz şeker (5 g), soya fasulyesi yağı (6 ml), beyaz yumurta (48 g), kuru maya (2.5 g) ve ılık su (60 ml) gibi bileşenler kullanılmıştır. Farklı oranlarda tapyoka, nohut ve peynir altı suyu proteini içeren beş formülasyon geliştirilmiştir (standart, %0, %10, %20 ve %30). Peynir altı suyu protein eklenen ekmekler, buğday ekmeğine benzer kalite özellikleri göstermiştir. Ancak hem kabukta hem de kırıntıda daha düşük parlaklık ile daha fazla sertliğe sahip olduğu ve

glutensiz bir diyet uygulayanlara da sağlıklı, umut verici bir alternatif sunarak ekmeklerin beslenme kalitesini artırdığı belirtilmiştir (Komerovski ve ark., 2021).

Chia tohumu veya chia unu ilavesiyle glutensiz ekmeğin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi amaçlandığı başka bir çalışmada pirinç unu bazında %2, 4, 6, 8 ve %10'luk chia tohumu veya chia ununun eklendiği glutensiz ekmek formülasyonları geliştirilerek proksimal kompozisyon ve fiziksel, teknolojik ve duyuşal özellikler açısından değerlendirmeler yapılmıştır. Glutensiz ekmeğe chia unu ve chia tohumu eklenmesi, protein içeriğinde önemli bir artış (%70'ten fazla) sağlayarak beslenme kalitesini arttırdığı gözlenmiştir. Ayrıca, chia tohumu ve unlu ekmek örnekleri kontrol ekmeğinden daha koyu olduğu rapor edilmiştir. Duyusal değerlendirmelerde ise %4 chia unu ve %6 chia tohumu içeren glutensiz ekmek, tüketiciler tarafından kabul görmüştür (Borges ve ark., 2021).

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada kullanılan hammaddelerden pirinç unu, tuz, şeker, yaş maya, fındık yağı ve yağı alınmış fındık unu piyasadan tedarik edilmiştir. Bütün örneklerde aynı marka ve özellikteki unlar kullanılarak kalite özellikleri belirlenmiştir. Guar gam Giresun Üniversitesi Laboratuvar'ında mevcut olan stoktan kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Ekmek Üretimi

Çalışmalarda kullanılacak oranların belirlenmesi amacıyla yapılan denemeler sonucunda, 100 gram glutensiz un karışımına %0, %2,5, %5, %7,5 ve %10 oranında fındık unu ilavesi olacak şekilde ve 95-100 ml oranlarında su kullanımının uygun olduğuna karar verilmiştir. Glutensiz ekmek üretiminde kullanılan bileşenler Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Glutensiz ekmek hamurunun formülasyonu

Bileşenler	Miktar (g)
Pirinç unu	100.0
Fındık unu	0-10.0
Yaş maya	3.0
Tuz	1.5
Hidrokolloid (Guar Gam)	0.5
Fındık yağı	3.0
Su	95.0-100.0

Belirlenen formülasyona göre hazırlanan malzemeler karıştırıcıda 3 dakika yavaş, 5 dakika hızlı ayarda yoğrulmuştur. Yoğurma sonrasında etüvde 1 saat boyunca 30° C’de fermantasyona bırakılmıştır. Sürenin sonunda ekmek kalıplarına ekmek hamurları tartılarak konulmuştur. Ekmek karışımları 210°C’de 60 dakika süre ile pişirilmiştir. Pişirilen ekmekler 2 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra analiz için hazır hale gelmiştir.

Ekmeklerin fiziksel, kimyasal, reolojik ve duyu analizleri yapılmıştır. Ekmeklerin ekmek içi ve kabuk rengi değeriyle birlikte nem, kül, protein, farinograf ve ekstensograf analizleri ve ekmeklerde belirlenen saklama süresi boyunca TPA (tekstür profil analizi) analizi uygulanmıştır.

Glutensiz ekmeklerde yapılan fiziksel, kimyasal ve duyu analizler sonuçlarıyla ilgili ayrıntılı bilgiler aşağıda verilmiştir.

3.2.2. Kimyasal Analizler

3.2.2.1. Nem Analizi

Kurutma işleminde kullanılacak kaplar 105°C’de etüvde sabit tartıma gelinceye kadar tutulmuş ve desikatörde soğutulmuştur. Darası alınan kaplara (G2) yaklaşık 3'er g yağı alınmış fındık unu (G1) ince bir tabaka halinde eklenerek 4 saat 105°C’de etüvde tutulmuştur. Bu süre sonunda desikatörde oda sıcaklığına gelen örneklerin soğuduktan sonra tartımlar (G3) yapılmıştır. % nem miktarı eşitlik 3.1 kullanılarak hesaplama yapılmıştır. Kuru madde miktarı; toplam madde miktarından nem miktarının çıkarılmasıyla bulunmuştur (Elgün ve ark., 2002).

$$\% \text{ Nem miktarı} = \frac{G3-G2}{G1} \times 100 \quad (3.1)$$

3.2.2.2. Kül

Krozeler yakılıp desikatörde soğutularak oda sıcaklığına gelmeleri sağlanmıştır. Yağı alınmış fındık unundan 3 g alınarak porselen krozeler içerisinde 550 °C’de beyaz renkte kül elde edinceye kadar yaklaşık 8 saat kül fırınında (WiseTherm-Daihan FH-03, Kore) yakılmıştır. Desikatörde soğutularak oda sıcaklığında ölçümler yapılmıştır (Elgün ve ark., 2002).

$$\% \text{ Kül} = (\text{Kalan tortu/numune miktarı}) \times 100 \quad (3.2)$$

3.2.2.3. Protein Miktarı

Toplam azotlu maddeler analizi, AOAC (1990)’a göre mikro-kjeldahl yöntemi ile iki değer in ortalaması alınarak belirlenmiştir. Fındık unu için, kabuklu yemişlerde öngörülen 5,30 azot çeviri faktörü, pirinç unu için ise 5,95 azot çeviri faktörü değeri kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

3.2.3. Fındık Unununun Hamurunun Reolojik Özelliklerine Etkisinin Belirlenmesi

3.2.3.1. Farinograf Analizi

Ekmek karışımlarının su absorpsiyon değeri (%), hamurun gelişme (yoğurma) süresi (dk), hamur stabilite değeri (dk), yumuşama derecesi (BU) ve yoğurma toleransı sayısı (MTI) 300 gram kapasiteli farinograf (Brabender Inc., Almanya) cihazı kullanılarak AACC Method 54-21.01, 2000’e göre belirlenmiştir.

3.2.3.2. Ekstensograf Analizi

Hamurun uzamaya karşı gösterdiği direnç ve uzama kabiliyetini belirlemek için ekstensograf cihazı (The Brabender Extensograph-E, Brabender Inc., Almanya) kullanılarak hamurun enerjisi (cm²), hamurun uzama direnci (BU), uzayabilirlik(cm) ve maksimum direnç (BU) AACC Method 54-10.01, 2000’e göre tespit edilmiştir.

3.2.4. Ekmekte Yapılan Analizler

3.2.4.1. Nem Analizi

Nem miktarı, AACC Method No: 44-15.02 (AACC, 2000)'a göre ve 2 değerin ortalaması olarak belirlenmiştir. Örnekler 3'er g daraları alınmış petri kaplarına tartılarak 105°C'de etüvde 4-5 saat sabit tartıma gelinceye kadar tutulmuş ve sabit tartıma gelen örnekler etüvden çıkartılıp desikatörde soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan örnekler tekrar tartılıp tartımlar not alınmıştır.

3.2.4.2. Kül Analizi

Kül miktarı, AACC Method No: 08-01.01 (AACC, 2000)'a göre ve 2 değerin ortalaması olarak belirlenmiştir. Örnekler 3'er gram daraları alınmış krozelere tartılarak 550°C'de kül fırınında (WiseTherm-Daihan FH-03, Kore) 8 saat boyunca siyahlık kalmayacak şekilde yakılmıştır. Desikatörde soğutularak oda sıcaklığında ölçüm yapılmıştır.

3.2.4.3. Protein Miktarı Analizi

Protein miktarı, ekmek örneklerinin toplam azot içeriğini saptamak için Mikro Kjeldahl yöntemi kullanılmıştır (Simonne ve ark., 1996). Toplam azot miktarı bulunduktan sonra azot çeviri faktörü 6,25 ile çarpılarak örneklerin % protein içeriği belirlenmiştir.

$$\% \text{Azot miktarı} = \frac{(V_1 - V_0) \times 0,014 \times N}{\text{Örnek miktar}(g)} \quad (3.3)$$

V_1 : Titrasyonda harcanan HCl miktarı (ml)

V_0 : Şahit için harcanan HCl miktarı (ml)

N: Titrasyonda kullanılan HCl'nin normalitesi

3.2.4.4. Renk Analizi

Glutensiz ekmek örneklerinin ekmek içi ve ekmek kabuk rengi, oda sıcaklığında üç tekerrürlü olarak Hunter Lab ColorFlex EZ ile L*, a*, b * renk değerleri ölçülerek kaydedilmiştir. Toplam renk değişimi ΔE ile hesaplanmıştır. Bu ekipman, dikey eksenli üç boyutlu bir sistemdeki renk spektrumunu tanımlar. Renk ölçümü esasına göre Y eksenindeki "L"; siyahtan, beyaza kadar, X eksenindeki "a"; yeşilden kırmızıya ve Z eksenindeki "b"; maviden sarıya renk boyutunu veya rengini göstermektedir. L eksenini 0 ile 100 arasında değişir, 50'nin üzerindeki değerler daha açık örneklerdir ve 50'nin altında, daha koyu olanlardır (Komerovski ve ark., 2021). L değeri numunenin renginin açıklık veya koyuluğu hakkında bilgi verirken, +a değeri kırmızı, -a değeri yeşil, +b değeri sarı, -b değeri ise mavi renk yoğunluğunu göstermektedir (Elgün ve ark., 2002).

3.2.4.5. Tekstür Analizi

Tekstürel özelliklerin belirlenmesinde 50 kg yük hüresine sahip olan tekstür analiz cihazı (TA-XT Plus, Texture Analyser, İngiltere) ve 36 mm yarıçaplı silindirik prob kullanılarak ölçümler 2 paralelli olarak her bir örnekten 2,5 cm kalınlıkta dilimler kesilerek AACC Method 74-09.01'a göre yapılmıştır (AACC, 2000).

3.2.4.6. Duyusal Analizler

Ekmeklerin kabuk rengi, gözenek yapısı, elastikiyet, sertlik, koku, tat-aroma, genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirilebilmek için duyu analizler 7 kişilik eğitilmiş panelistler tarafından yapılmıştır. Panelistler standart olarak ışıklandırılmış odaya alınmıştır. Her bir paneliste ekmek örnekleri her biri 3 basamaklı sayılarla rastgele kodlanmış şekilde sunulmuştur. Ekmeklerin duyu özelliklerinin belirlenmesinde 1-5 puan arasında (1: Çok zayıf, 2: Zayıf, 3: Orta, 4: İyi, 5: Çok iyi) değerlendirme yapılmıştır. Ekmek örnekleri için kullanılan duyu analiz formunun bir örneği Tablo 3.2'de görülmektedir.

Tablo 3.2. Duyusal değerlendirme panel formu

DUYUSAL DEğERLENDİRME PANEL FORMU							
Panelistin Adı, Soyadı:							
Tarih:/...../.....							
	Kabuk rengi	Gözenek yapısı	Elastikiyet	Sertlik	Koku	Tat-aroma	Genel kabul edilebilirlik
938							
957							
928							
994							
959							
AÇIKLAMA: Glutensiz ekmek örneklerine ait özellikleri aşağıda verilen puan sistemine göre değerlendiriniz. 5 puan: Çok iyi 4 puan: İyi 3 puan: Orta (kabul edilebilir) 2 puan: Zayıf (Yeterli değil) 1 puan: Çok zayıf (Kötü)							

2.2.4.7. İstatistiksel Değerlendirme

Veriler SPSS programı yazılımı (IBM SPSS Statistics 22) kullanılarak analiz edilmiştir. Ekmek numuneleri arasında karşılaştırmalar için tek yön varyans analizi (One way-ANOVA) kullanılmıştır. Örnekler arası farkın önemli olduğu durumlarda ortalamalar arası farkı belirlemek için Tukey post testi kullanılmıştır. İstatistiksel olarak örnekler arası farklılıklar $P=0,05$ alınarak hesaplanmıştır.

BÖLÜM 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Kimyasal Analizler

4.1.1. Hammadde Nem ve Kül Değerleri

Fındık unu ve pirinç ununa ilişkin kül ve nem değerleri Tablo 4.1.'de belirtilmiştir. Bu değerler incelendiğinde kül değerlerinin %0,58 (pirinç unu) ile %4,65 (findık unu) arasında, nem değerlerinin %13,38 (pirinç unu) ile %9,6 (findık unu) arasında değiştiği belirlenmiştir. Kül değerleri incelendiğinde pirinç ununun en düşük kül değerine sahip olması yakma sonucu en düşük inorganik madde miktarının pirinç ununda olduğunu göstermektedir. Fındık ununun en yüksek kül içeriğine sahip olması ise mineral madde bakımından zengin bir içeriğe sahip olduğunun göstergesidir.

Tablo 4.1. Hammadde kül ve nem değerleri

Hammadde	Kül Değerleri (%)	Nem Değerleri (%)
Fındık unu	4,65	9,6
Pirinç unu	0,58	13,38

Pirinç ununda kuru madde kül miktarı %0,7'nin altında olmalı ve nem miktarı %14'den fazla olmamalıdır (Anonim, 1997).

Yarpuz (2011), tarafından yapılan çalışmada; pirinç ununda nem %11.40, kül %0,60 olarak, Hayıt (2018), tarafından yapılan çalışmada; pirinç unundaki yağ %1.25, nem %8.25, protein %7.7, kül %0,47 olarak belirlenmiştir. Glutensiz ekmek yapımında kullandığımız pirinç unu için nem ve kül değerleri bildirilen sonuçlarla benzerlik gösterdiği saptanmıştır.

Tunç ve Kahyaoğlu (2015), tarafından yapılan pirinç unu ve yağsız fındık unu bazlı glutensiz ekmek çalışmasında yağsız fındık unu için nem değerinin yaklaşık %5-6 civarında olduğu bildirilmiştir.

4.1.2. Hammadde Protein Değerleri

Hammadde protein miktarları Tablo 4.2.'de verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde en yüksek değer %41,8 (fındık unu) ve en düşük değerin %6,1 (pirinç unu) olduğu görülmektedir. Yağı alınmış fındık unu yüksek protein içeriği sebebiyle ekmek formüllerine eklenerek son üründe protein miktarını arttırdığı görülmüştür.

Tablo 4.2. Hammadde protein değerleri

Hammadde	Protein Değerleri (%)
Fındık unu	41,8
Pirinç unu	6,1

Fındık unu, protein (% 35-41) ve diğer besin bileşenleri bakımından yüksektir ve bu da onu çeşitli fonksiyonel bileşenlerin üretimi için umut verici bir kaynak haline getirir (Yağcı ve Göğüş , 2008).

Pirinç ununda protein miktarı kuru maddede %6'nın altında olmamalıdır (Anonim, 1977).

Hayıt (2018), çölyak hastalarına yönelik kısmi pişirilerek dondurma yöntemi ile üretilen ekmeklerin kalitesini araştırmıştır ve pirinç unu bazlı ekmekler için protein miktarını yaklaşık %7 olduğunu bildirmiştir.

Tunç ve Kahyaoğlu (2016), tarafından yapılan pirinç unu ve yağı alınmış fındık unu kullanılarak üretilen glutensiz ekmeğin reolojik özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada yağsız fındık unu yaklaşık %47 protein içerdiği bildirilmiştir.

4.2. Fındık Unununun Hamurunun Reolojik Özelliklerine Etkisinin Belirlenmesi

4.2.1. Farinograf Analizi

Unların fiziksel, kimyasal özellikleri, öz miktar ve öz vasıfları üzerinde yapılan analizler, unların ekmekçilik hakkında tam ve kesin bilgi vermediği için hamur üzerinde çalışmak ve hamurun reolojik özelliklerini tespit etmek gerekmiştir. Bu maksatla çeşitli aletler yapılmış ve metotlar geliştirilmiştir. Farinografda bu maksatla geliştirilmiş olup, unun normal halini alması için gerekli % su miktarı tespitinde ve yoğurma sırasında hamurun yoğurucu paletlere gösterdiği direncin grafik olarak belirlenmesinde kullanılır (Elgün ve ark., 2012).

Yağı alınmış fındık unununun %0, %2,5, %5, %7,5 ve %10 oranlarında pirinç ununa ilave edilmesi ile elde edilen karışımlar kullanılarak hazırlanan hamurların farinografik özellikleri Tablo 4.3.'de ve farinograf grafikleri Şekil 1.A.'da verilmiştir.

Tablo 4.3. Farinograf değerleri

Fındık Unu Kullanım Oranları (%)	Su Absorbsiyonu (%)	Gelişme Süresi (dk)	Stabilite (dk)	Yumuşama Derecesi 10.(dk)
%0	72,30 ^a	0,30 ^a	0,10 ^a	247,00 ^a
%2,5	70,30 ^b	0,30 ^a	0,10 ^a	203,00 ^{ab}
%5	68,20 ^c	0,40 ^a	0,10 ^a	156,50 ^{bcd}
%7,5	66,25 ^d	0,40 ^a	0,10 ^a	128,00 ^{cd}
%10	64,35 ^e	0,40 ^a	0,10 ^a	123,50 ^d

*: Tabloda aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.

Tablo 4.3. incelendiğinde fındık unu katılmamış kontrol ekmeğinin su tutma kapasitesi %72,30 ile en yüksek değerde olduğu, %10 fındık unu içeren glutensiz un karışımının %64,35 ile en düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. Su absorpsiyonları karşılaştırıldığında fındık unu oranı arttıkça su tutma kapasitesinin azaldığı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Su tutma kapasitesinin azalmasının temel nedeni fındık ununda su tutma kapasitesi olan glutenin bulunmamasıdır.

Hamur gelişme süresi, protein içeriği arttıkça artış göstermektedir (Ünal ve Boyacıoğlu, 1984). Gelişme süresinin uzunluğu yoğurma süresinin uzunluğuna, öz miktar ve kalitesinin yüksekliğine işaretler (Elgün ve ark., 2001). Fındık ununun farklı oranlarda ilave edilmesiyle hazırlanan karışımların, hamur gelişme sürelerinin oldukça düşük olduğu görülmüştür ve istatistiksel açıdan önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Stabilite, hamurun işlenmeye dayanıklılığını gösterir (Aydoğan ve ark., 2012). Gluten miktarı ve kalitesi yüksek olan unların stabilitelerinin yüksek olduğu bilinmektedir (Gül, 2007). Fakat pirinç unu ve fındık unu karışımında gluten proteinleri bulunmaması sebebiyle gluten ağı oluşmamıştır. Bu nedenle karışımların stabilitelerinde istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunamamıştır.

Ekmek hamurlarının yumuşama derecesi değerleri karşılaştırıldığında, en fazla yumuşamanın fındık unu ilavesiz kontrol ekmeğinde meydana geldiği tespit edilmiştir. Fındık unu ilavesinin artması ile paralel olarak yumuşama derecesi değerlerinde azalma olduğu görülmüştür.

4.2.2. Ekstensograf Analizi

Ekstensograf aleti; hamurun uzamaya karşı mukavemeti ve uzama yeteneğini özel grafik kağıdı üzerinde ekstensogram olarak çizer ve bu ekstensogram incelenerek hamurun uzama yeteneği, uzamaya karşı direnci ve hamur enerjisi tespit edilir (Elgün ve ark., 1999).

Uzama kabiliyeti, grafikte uzamanın başladığı noktadan, hamurun koptuğu noktaya kadar olan ortalama kurve taban uzunluğudur. Kopma, ekstensograf kurvesinde ya sıfır kuvvetine kadar yumuşak bir düşüşle ya da kurvede keskin bir kırıkla görülür ve mm cinsinden ifade edilir (Elgün ve ark., 1999).

Maksimum direnç (tepe yüksekliği), her paralelin kurvelerinin tepe noktalarına tekabül eden konsistens değerinin ortalaması olup BU olarak ifade edilir (Elgün ve ark., 1999).

Hamur enerjisi, paralellerin kurveleri altında kalan alanın cm^2 cinsinden ifade edilir. Hamurun işlemeye karşı mukavemeti ve işlenebilirlik derecesini göstermektedir. Düşük enerjili hamurların sert hazırlanıp kısa sürede işlenmesi gerekmektedir. Bu değerlerin yüksek olması; gaz tutma kapasitesinin ve fermantasyon toleransının yüksek olduğunu gösterir (Elgün ve ark., 1999).

Oran sayısı işlemeye elverişlilik bakımından iyi bir kriterdir ve oran sayısının artması işlemeye elverişliliği artırmaktadır (Elgün ve ark., 1999).

Ekmek hamurlarının 135. dakikadaki ekstensograf özellikleri Tablo 4.4.'de ve ekstensograf grafikleri Şekil A.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Ekstensograf değerleri

Fındık Unu Kullanım Oranları (%)	Uzayabilirlik (mm)	135. dakika		
		Maksimum Direnç (BU)	Enerji (cm ²)	Max Oran (BU)
%0	26,50 ^a	224,00 ^a	7,00 ^a	8,50 ^a
%2,5	26,00 ^a	310,50 ^b	11,00 ^b	11,50 ^b
%5	28,00 ^a	329,50 ^c	12,00 ^b	11,00 ^b
%7,5	23,50 ^a	415,00 ^d	11,00 ^b	18,50 ^c
%10	25,00 ^a	424,00 ^d	13,00 ^b	17,50 ^c

*: Tabloda aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.

Fındık unu ilave edilen hamurların uzayabilirlik değerleri incelendiğinde glutensiz hamurlar gelen darbeye uzama göstermeden doğrudan kopmuştur. Fındık unu ve pirinç ununda hamurun uzamasını sağlayan gliadin ve gluten proteinleri bulunmaması bu duruma neden olmuştur. İstatistiksel açıdan hamurlar arasında önemli bir fark bulunamamıştır.

%10 fındık unu ilaveli hamurun en yüksek enerjiye sahip olması fındık unu ilavesinin hamurun gaz tutma kapasitesinin ve fermantasyon toleransının artmasını sağladığı anlaşılmıştır.

Karışımındaki fındık unu ilavesi ile protein ve kül miktarı arttıkça buna paralel olarak maksimum direnç ve hamur enerjisi değerlerini arttırdığı gözlenmiştir.

4.3. Ekmek Analizleri

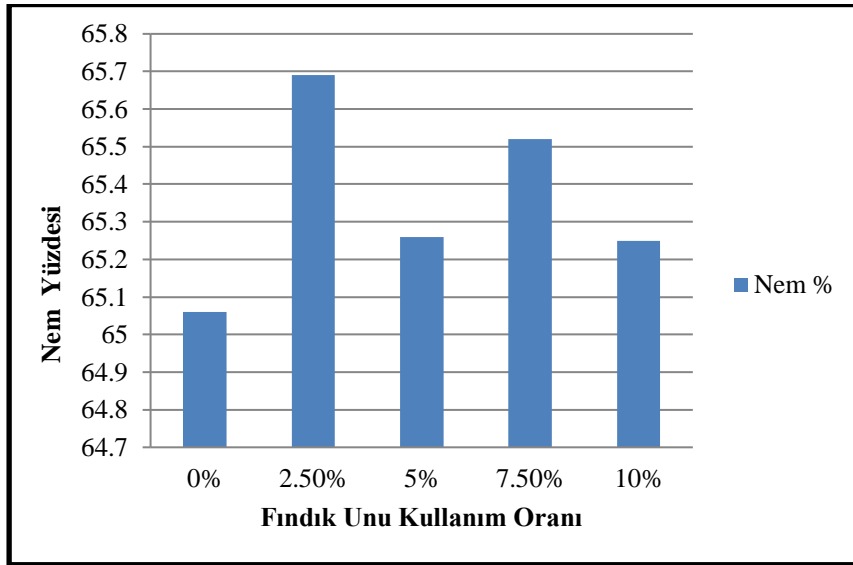
4.3.1. Ekmekte Nem Analizi

Farklı fındık unu katılma oranlarıyla hazırlanmış glutensiz ekmeklerin Kuru madde analizi sonucu elde edilen veriler Tablo 4.5. ve Şekil 3.1’de verilmiştir. Tablo 4.5.’de görüldüğü üzere glutensiz ekmeklerin nem içeriklerinin %65,06 – 65,69 arasında değiştiği görülmektedir. Ekmek örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Tablo 4.5. Fındık unu ilaveli ekmeklerin nem değerleri (%)

Fındık Unu Kullanım Oranları	Nem (%)
%0 (kontrol)	65,06 ^a
%2,5	65,69 ^a
%5	65,26 ^a
%7,5	65,52 ^a
%10	65,25 ^a

*: Tabloda aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.



Şekil 4.1. Farklı oranlarda fındık unu ilave edilen ekmek örneklerinin nem oranları değerleri

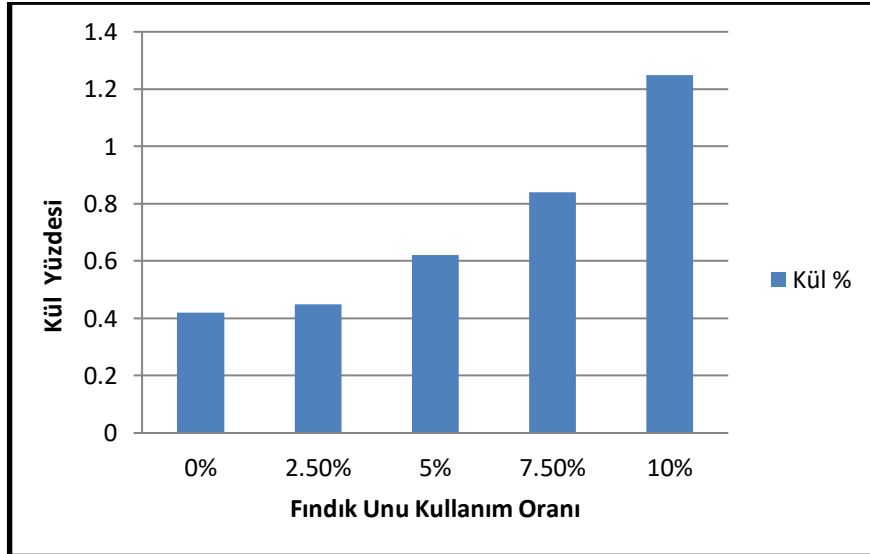
4.3.2. Ekmekte Kül Analizi

Ekmeklerde yapılan kül analizi sonuçlarına bakıldığında değerlerin %0,42 ile %1,25 arasında değiştiği görülmektedir. %10 fındık unu ilave edilen ekmeklerde en yüksek kül içeriği tespit edilmiş ve diğer ekmeklere göre aralarındaki farklılık anlamlı bulunmuştur.

Tablo 4.6. Fındık unu ilaveli ekmeklerin kül değerleri

Fındık Unu Kullanım Oranları	Kül (%)
%0 (kontrol)	0,42 ^a
%2,5	0,45 ^{ab}
%5	0,62 ^{abc}
%7,5	0,84 ^c
%10	1,25 ^d

*: Tabloda aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.



Şekil 4.2. Farklı oranlarda fındık unu ilave edilen ekmek örneklerinin kül değerleri

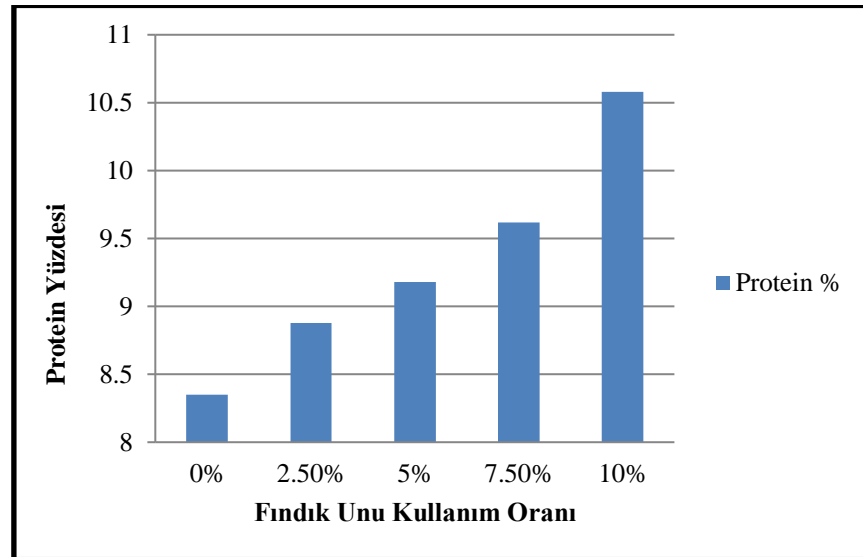
4.3.3. Ekmekte Protein Analizi

Ekmeklerin protein değerleri %8,35 ile %10,58 arasında değiştiği Tablo 4.7.'de görülmektedir. Yüksek protein içerikli fındık unu protein değerinin artmasını sağlamıştır.

Tablo 4.7. Fındık unu ilaveli glutensiz ekmeklerin protein değerleri

Fındık Unu Kullanım Oranları	Protein Değerleri (%)
%0 (kontrol)	8.35 ^a
%2,5	8.88 ^{ab}
%5	9.18 ^{ab}
%7,5	9.62 ^b
%10	10.58 ^c

*: Tabloda aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.



şekil 4.3. Farklı oranlarda fındık unu ilave edilen ekmek örneklerinin protein miktarları

Tatar ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada ise yağı alınmış fındık unu kullanılarak üretilen keklerin yaklaşık %45 protein içerdiğini bildirmiştir.

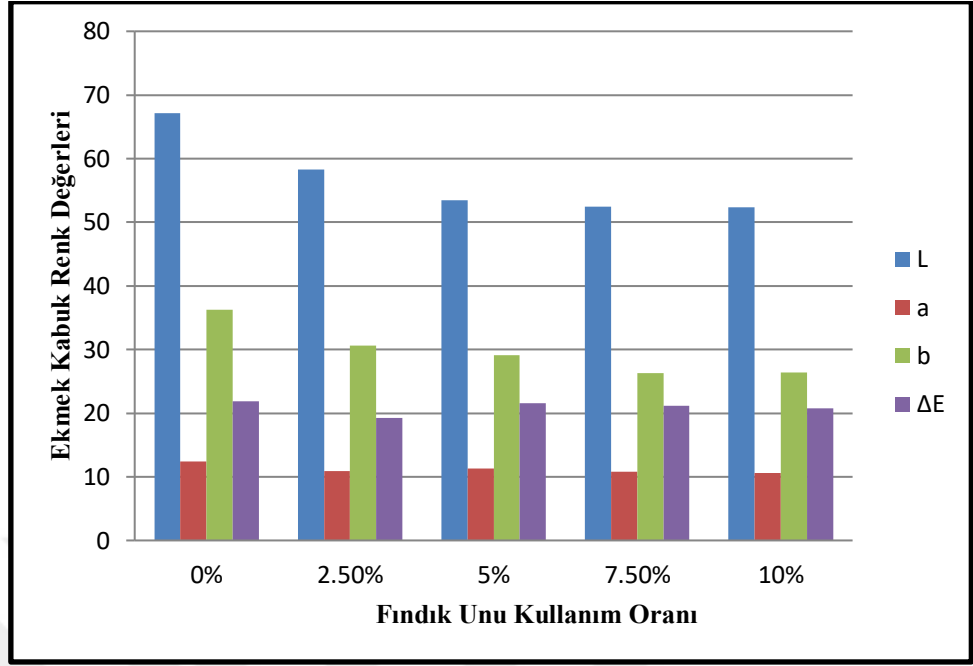
4.3.4. Ekmekte Renk Analizi

Farklı oranlarda fındık unu ilavesi içeren glutensiz ekmek örneklerinin ekmek içi ve kabuk renk dağılımları Tablo 4.8’de verilmiştir. Bu değerlere ait grafikler Şekil 4.4. ve Şekil 4.6’da verilmiştir. *L* değerleri siyahtan, beyaza kadar olan koyuluk ve aydınlığı, *a* değerleri yeşillik-kırmızılık, *b* değerleri sarılık-mavilik hakkında bilgi vermektedir.

Tablo 4.8. Fındık unu ilaveli ekmeklerin renk değerleri

Fındık Unu Kullanım Oranları (%)	%0 (kontrol)	%2,5	%5	%7,5	%10
Kabuk					
<i>L</i> *	67,15 ^a	58,30 ^b	53,44 ^b	52,40 ^b	52,38 ^b
<i>a</i> *	12,36 ^a	10,85 ^a	11,28 ^a	10,75 ^a	10,64 ^a
<i>b</i> *	36,30 ^a	30,62 ^{ab}	29,12 ^b	26,96 ^b	26,35 ^b
ΔE	21,91 ^a	19,21 ^a	21,56 ^a	21,16 ^a	20,76 ^a
İç					
<i>L</i> *	81,57 ^a	66,30 ^b	61,73 ^c	57,51 ^d	55,42 ^e
<i>a</i> *	-1,19 ^a	2,37 ^b	4,05 ^c	5,07 ^d	5,68 ^e
<i>b</i> *	15,91 ^a	12,97 ^b	12,39 ^{bc}	11,56 ^c	11,47 ^c
ΔE	13,34 ^{ac}	4,76 ^b	8,55 ^{ab}	12,77 ^{ac}	14,80 ^c

*: Tabloda aynı satırda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.



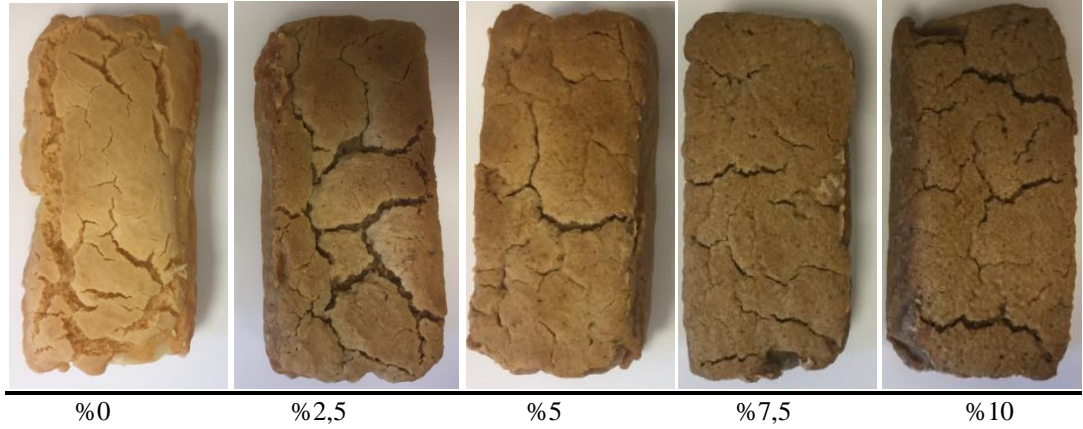
Şekil 4.4. Ekmek kabuk renk değerleri

Tablodaki renk değerleri incelendiğinde kabuk L değerlerinin 52,38 ile 67,15 arasında değiştiği görülmektedir. L eksenini 0 ile 100 arasında değişir ve değer 100'e yaklaştıkça aydınlık arttığı için en yüksek L değeri, fındık ununun ilave edilmediği %0 (kontrol) ekmeğinde görülmektedir. Fındık unu ilavesinin artmasıyla ekmek renginin koyulaştığı gözlemlenmektedir. Bunun nedeni fındık ununun pirinç unundan daha koyu olmasıdır. Kontrol, %2,5, %5, %7,5 ve %10 fındık unu içeren ekmekler arasında istatistiki olarak farklılık varken, %2,5, %5, %7,5 ve %10 arasında renk farklılığı yoktur.

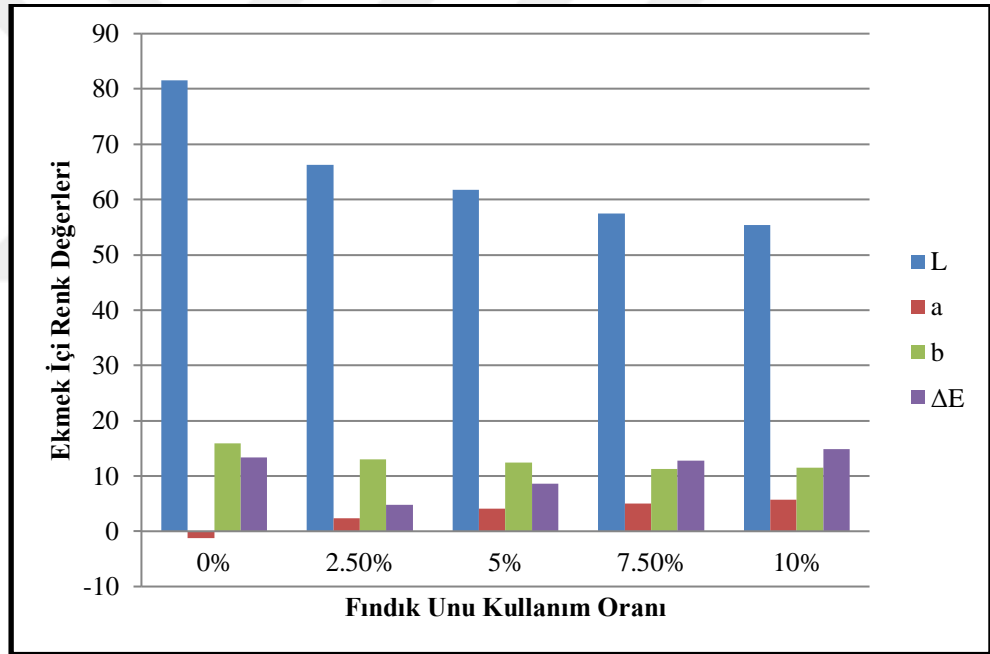
Ekmek kabuğunda a değerleri incelendiğinde; 10,64 ile 12,36 arasında değiştiği görülmüştür. Kontrol ve fındık unu kullanılan ekmekler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Fındık unu oranı arttıkça ekmek kabuğundaki b değerlerinde düşüş gözlenmiştir.

Toplam renk değişimini ifade eden ΔE değerinde istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunamamıştır.



Şekil 4.5. Pirinç ununa farklı oranlarda fındık unu ilave edilerek hazırlanan glutensiz ekmeklerin dış görünümü



Şekil 4.6. Ekmek içi renk değerleri

Ekmek içlerinin renk değerleri Tablo 4.8’de verilmiştir. *L* değerlerinin 55,42 ile 81,57 arasında değiştiği görülmektedir. Fındık unu oranının artması ekmek içi *L* değerlerinin azalmasına sebep olurken, en düşük *L* değeri %10 içeren ekmekte tespit edilmiştir. . Ekmek içi *a* değerlerinin -1,19 ile 5,68 arasında, *b* değerlerinin 11,47 ile 15,91 arasında değiştiği görülmüştür. *a* değerlerinde %10 fındık unu içeren ekmekte en

yüksek değer belirlenmiştir. Kontrol ekmeğinde b değeri fındık unu ilaveli ekmeklere oranla yüksek bulunmuştur.

Tunç ve Kahyaoğlu (2016), yaptığı çalışmada hamurun reolojik özelliklerini ve pişirme özelliklerini iyileştirmek için pirinç bazlı glutensiz formülasyonlara farklı seviyelerde (% 5, % 10 ve % 15) gam ilavesi ve yağsız fındık unu ilave edilmiştir. Glutensiz ekmeklerde % 15 yağı alınmış fındık unu ilavesi ile L değerleri kontrol grubundan anlamlı olarak farklı olduğu belirtilmiştir. Yağsız fındık unu ilaveli glutensiz ekmeklerin, kontrol ekmeklerinden daha koyu olduğu rapor edilmiştir. Fonksiyonel ve besleyici bileşen yağsız fındık ununun eklenmesi, kabuk için a değerlerinde azalmaya neden olmuştur.

4.3.5. Ekmeklerde Tekstürel Analizler

Ekmeklerin fırından çıktıktan 6 saat sonra tekstür profil analizleri (TPA) yapılmış ve sertlik, yaylanabilirlik, yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri incelenmiştir. Tekstürel analiz sonuçları Tablo 4.9.'da verilmiştir.

Çalışmamızda yağsız fındık ununun pirinç unundan daha fazla su bağlama kapasitesine sahip olması ve bu nedenle fındık unu ilaveli glutensiz ekmeklerin sertlik değerlerinin kontrol ekmeklerine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. En düşük sertlik değeri %10 fındık unu ilaveli örnekte tespit edilmiştir.

Fındık unu ilavesi ile birlikte sertlik (hardness) değerleri azalma göstererek ekmekler daha yumuşak olmuştur ve ekmeklerin sertlik değerlerini önemli düzeyde azaltarak daha yumuşak ekmekler elde edilmesini sağlamıştır.

Sciarini ve ark. (2010), tarafından yapılan bir çalışmada glutensiz ekmeklere soya unu eklenmesinin, soya proteinlerinin yüksek su tutma kapasitesine sahip olması nedeniyle ekmeklerin yumuşamasına neden olduğunu bildirilmiştir

Tablo 4.9. Ekmeklerde tekstür analizi sonuçları

Fındık Unu Kullanım Oranları (%)	Sertlik	Yaylanabilirlik	Yapışıklık	Sakızımsılık	Çiğnenebilirlik
%0	1036,40 ^a	0,961 ^a	0,653 ^a	507,41 ^a	493,04 ^a
%2,5	876,43 ^a	0,988 ^a	0,731 ^a	755,09 ^a	459,48 ^a
%5	721,25 ^a	0,980 ^a	0,711 ^a	403,12 ^a	394,36 ^a
%7,5	536,05 ^a	0,994 ^a	0,791 ^a	703,99 ^a	676,43 ^a
%10	483,96 ^a	0,973 ^a	0,677 ^a	546,74 ^a	681,37 ^a

*: Tabloda aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.

Glutensiz ekmeklerde fındık unu ilavesi çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerini arttırmaya rağmen istatistiksel olarak önemli ölçüde farklılık bulunamamıştır.

Glutensiz ekmeklerin yapışıklık (cohesiveness) değerleri 0,653-0,791 mm arasında değişmektedir. Örnekler istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

Yaylanabilirlik (springiness) değerleri incelendiğinde ekmeklerdeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunamamıştır.

Minarro ve ark. (2012), farklı formülasyonlarda glutensiz ekmekler üretmiştir (farklı oranlarda soya unu, karabuğday unu, yağsız süt tozu, ovoalbumin) ve bunlara tek

hücreli protein ilave etmiştir. Glutensiz formülasyondaki protein ilavesinin ekmeklerin yaylanabilirlik değerlerini etkilemediğini bildirmişlerdir.

Sakızımsılık (gummines) değeri, sertlik ve yapışkanlık değerlerinin çarpımı olarak ifade edilir. Sakızımsılık değerleri incelendiğinde, ekmeklere fındık unu ilavesinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir.

4.3.6. Duyusal Analiz Sonuçları

Eğitilmemiş panelistler tarafından rastgele numaralandırılmış ekmek örneklerini 0-5 skalası kullanarak kabuk rengi, sertlik, tat-aroma, gözenek yapısı ve genel kabul edilebilirliği açısından değerlendirilmiştir. Duyusal analiz değerlendirme sonuçları Tablo 4.10.'da verilmiştir.

Panelistlerden en fazla beğeniyi %10 oranında fındık unu ilaveli ekmekler aldığı tespit edilmiştir. En düşük beğeniyi ise %0 kontrol ekmeği ve %2,5 fındık unu içeren ekmekler almıştır.

Fındık unu ilavesi ile ekmek kabuğu renginde koyulaşma görülmüştür. Renk değeri olarak en yüksek puanı %10 fındık unu ilaveli ekmek ve en düşük puanı ise kontrol ekmeği almıştır. Ekmeklerin iç renklerinde fındık unu ilavesi ile birlikte beğeni puanı artmıştır.

Gözenek yapısı için değerler 2,28 ile 4,71 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek gözenek yapısı puanını %10 fındık unu ilaveli ekmek örnekleri almıştır. Kontrol ekmeği ve %10 fındık unu ilaveli ekmekler istatistiksel olarak farklılık göstermiştir.

Sertlik değerleri incelendiğinde, 3,57 ile 4,42 arasında değişiklik gösteren ekmeklerdeki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Koku değerleri 2,28 ile 4,85 arasında değişiklik göstermiştir. Koku değeri olarak en yüksek puanı %10 fındık unu ilaveli ekmek en düşük puanı ise fındık unu ilavesi

içermeyen kontrol ekmekleri almıştır. Fındık unu ilavesi kokuyu olumlu şekilde etkilediği görülmektedir ve istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur.

Tat-aroma değerlerine bakıldığında en çok beğeni alan ekmek %10 fındık unu ilaveli örnek olduğu görülmektedir.

Duyusal değerlendirme sonucuna göre genel kabul edilebilirlik değerleri 2,57 ile 4,85 arasında değişiklik gösterdiği görülmüştür. %10 fındık unu içerikli ekmekler diğer ekmek örnekleri ile karşılaştırıldığında panelistler tarafından en fazla beğenilen ekmekler olmuştur.

Tablo 4.10. Duyusal analiz sonuçları

Fındık Unu Kullanım Oranları (%)	Kabuk Rengi	Gözenek Yapısı	Elastikiyet	Sertlik	Koku	Tat-Aroma	Genel Kabul Edilebilirlik
%0	2,57 ^a	2,57 ^a	3,14 ^a	3,57 ^a	2,28 ^a	2,71 ^a	2,57 ^a
%2,5	3,14 ^a	2,85 ^{ab}	2,71 ^a	3,42 ^a	3,00 ^{ab}	3,28 ^{abc}	2,85 ^a
%5	3,28 ^a	2,28 ^{ac}	3,00 ^a	3,14 ^a	3,71 ^{bc}	3,85 ^{bc}	3,28 ^a
%7,5	4,28 ^b	2,85 ^{bcd}	3,71 ^{ab}	3,71 ^a	4,28 ^{cd}	4,14 ^{cd}	4,14 ^b
%10	5,00 ^b	4,71 ^d	4,28 ^b	4,42 ^a	4,85 ^d	4,85 ^d	4,85 ^b

*: Tabloda aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.

BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada çölyak hastaları ve diğer gluten eksikliğine bağlı rahatsızlığı olan bireyler için glutensiz ekmeğin besinsel değerini arttırarak aynı zamanda ülkemiz için oldukça önemli bir kazanç olan fındığa katma değer kazandırmak amacıyla pirinç ununa farklı oranlarda fındık unu ilavesi yapılmıştır.

Pirinç ununa kıyasla fındık ununun daha yüksek protein ve kül oranına sahip olduğu görülmüştür.

Fındık unu ilavesi arttıkça ekmeklerde sertlik değerinde azalma görülerek yumuşama değeri artmıştır. Bunun nedeni fındık ununun su tutma özelliğine sahip gliadin ve gluten proteinlerini bulundurmamasıdır.

Ekmeklerde fındık oranının artmasıyla beraber örneklerde protein miktarı da paralel olarak artış göstermiştir ve istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur.

Karışımlarının reolojik özellikleri incelendiğinde, glutensiz hamurlar gelen ilk darbeyle uzama göstermeden kopma göstermiştir.

Fındık unu ilavesi ile hamur enerjisinde artış görülmüştür ve %10 fındık unu ilaveli hamurun en yüksek enerjiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Buna dayanarak fındık unu ilavesinin hamurun gaz tutma kapasitesini ve fermantasyon toleransını arttırdığı düşünülmektedir.

Ekmeklerde yapılan kabuk ve iç renk analizleri sonucu fındık ununun artmasıyla ekmek içi L değerlerinin azalmasına sebep olurken, a değerlerinde %10 fındık unu

içeren ekmekte en yüksek değer belirlenmiştir. Kontrol ekmeğinde b değeri fındık unu ilaveli ekmeklere oranla yüksek bulunmuştur.

Fındık unu ilavesinin artmasıyla ekmek renginin koyulaşmıştır. Bunun nedeni fındık ununun pirinç unundan daha koyu olmasıdır. Ekmek kabuğunda a değerleri incelendiğinde, kontrol ve fındık unu kullanılan ekmekler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Fındık unu oranı arttıkça ekmek kabuğundaki b değerlerinde düşüş gözlenmiştir.

Eğitimsiz panelistler tarafından değerlendirilen duyuusal analiz sonuçlarına göre en fazla beğeniyi %10 fındık unu ilaveli glutensiz ekmek almıştır.

Hayat boyu glutensiz bir diyet uygulamak zorunda olan bireylere besinsel değeri yüksek alternatif gıda sunulmasıyla beraber ülkemizde bol miktarda üretimi yapılan fındığın yağı alınarak fındık unu olarak kullanılması fındığa katma değer kazandıracaktır. Giresun ekonomisinin bel kemiği durumundaki fındık ülkemiz tarımının en önemli ihracat ürünleri arasında yer almaktadır. Bu çalışma ile fındığın alternatif bir kullanım alanı olarak glutensiz ekmek üretiminde başarı ile kullanılabileceği gösterilmiştir.

KAYNAKLAR

- AACC, 2000, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, (11th ed.), The Association: St Paul, MN.
- Açkurt, F., Özdemir, M., Biringen, G., Löker, M. 1999. Effects of geographical origin and variety on vitamin and mineral composition of hazelnut (*Corylus avellana L.*) varieties cultivated in Turkey. *Gıda* 65(3): 309–13
- Alaşalvar, C. S., Amaral, J., Satır, G., Shahidi, F. 2009. Lipid characteristics and essential minerals of native Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana L.*). *Food Chemistry*, 113, 919–925.
- Alaşalvar, C., Shahidi, F., LiyanaPathirana, C.M., Ohshima, T. 2003. Turkish Tombul Hazelnut (*Corylus avellana L.*). 1. Compositional Characteristics. *Journal Of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 3790–96.
- Anonim 1997. Pirinç Unu. TS 2639, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2005. Gluteni Azaltılmış ve Glutensiz Hale Getirilmiş Gıdalar. TS 13143, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2021. Fındığın Faydaları, <https://www.giresunkalitefindik.com/findik/Findigin-faydalari.html> Erişim Tarihi: 11.10.2021.
- Anonim, 2021. Fındık, Ocak-2021 Tarım Ürünleri Piyasa Raporu.pdf, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/>. Erişim Tarihi: 10.11.2021.
- AOAC (2000) Official Methods of Analysis. 17th Edition, The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA. Methods 925.10, 65.17, 974.24, 992.16..
- Aydemir, L.Y., Gökbulut, A., Baran, Y., Yemenicioglu, A. 2014. Bioactive, functional and edible film-forming properties of isolated hazelnut (*Corylus avellana L.*) meal proteins. *Food Hydrocolloids*, 36: 130-142.
- Aydoğan, S., Göçmen Akçacık, A., Şahin, M., Kaya, Y., Görgülü, M.N., Ekici, M. 2012. Ekmeklik Buğday Unlarında Alveograf, Farinograf, ve Miksografta Ölçülen Reolojik Özellikler Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (1): 74-82.
- Barışık, D., Tavman, Ş. 2018. Glütensiz Ekmek Formülasyonlarında Nohut Unu Kullanımının Ekmeğin Glütensiz Ekmek Formülasyonlarında Nohut Unu Kullanımının Ekmeğin Kalitesi Üzerine Etkisi. *Gıda* 16(1): 33–41.

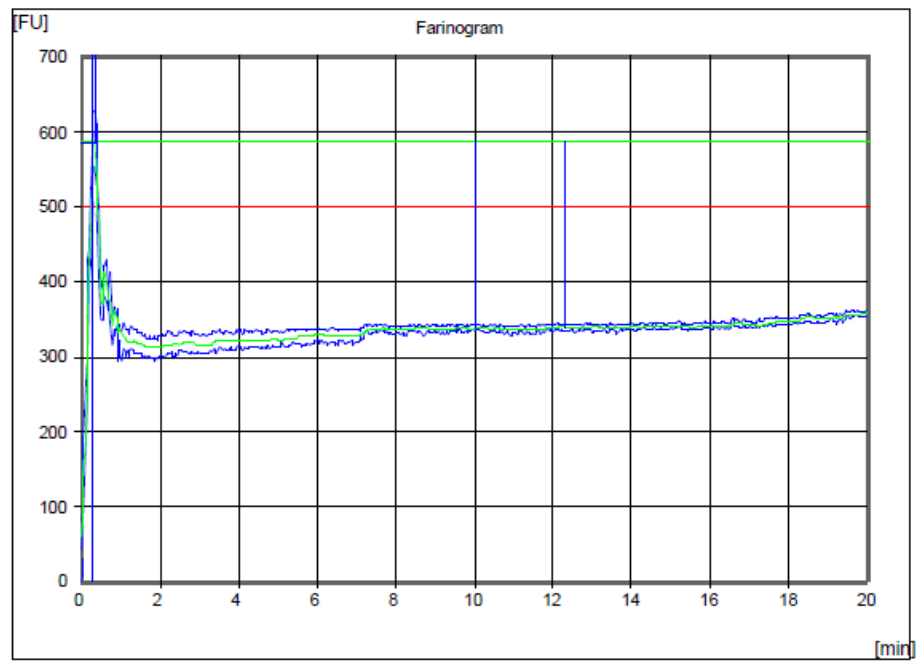
- Borges, C.V., Fernandes, S.S., Zazareve, E.R., Haros, M.C., Hernandez, C.P., Dias, A.R.G., Salas-Mellado, M. 2021. Production of gluten free bread with flour and chia seeds (*Salvia hispanica L*). Food Bioscience, 43.
- Bostan, S.Z. 2020. 'Tombul' Fındığında E Vitamini ve Yağ Asidi Bileşenlerine Sulamanın Etkisi. International Journal of Agriculture and Wildlife Science, 6(2): 108–14.
- Crockett, R., Ie, P., Vodovotz, Y., 2011. Effects of soy protein isolate and egg white solids on the physicochemical properties of gluten-free bread. Food Chem, 129, 84–91.
- Cruz, R., Zorzi, C.Z., Garske, R.P., Hickmann, S. 2020. Sunflower protein concentrate: A possible and beneficial ingredient for gluten-free bread. Innovative Food Science and Emerging Technologies.
- Ćurić, D., Novotni, D., Tusak, D., Bauman, I., Gabric, D. 2007. Gluten-Free Bread Production by the Corn Meal and Soybean Flour Extruded Blend Usage. Agriculturae Conspectus Scientificus (ACS), 72(3): 227–32.
- Çebi A. 2012 "Fındık ve Fındık Ürünleri Tüketiminin Anne Sütünün İçeriğine ve Miktarına Etkisi" SAĞ-BAP-140411-07, Proje Sonuç Raporu.
- Çiftçi, H.,S., 2018. Fındık ve Susam Posalarından Üretilen Protein Konsantrelerinin Gıda Ürünlerinde Değerlendirilmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Çolakoğlu, A.S., Çınar, İ. 2004. Soya Unu Katkılı Ekmeklerin Fiziko-kimyasal Özellikleri. Gıda, 29(4): 291–96.
- Diowks, A., Sadowska, A. 2021. Impact of sourdough and transglutaminase on gluten-free buckwheat bread quality. Food Bioscience, 43: 101-309.
- Elgün, A., Ertugay, Z. 2002. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Erzurum, 25.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., Kotancılar, H. 2012. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuar Uygulama Kılavuzu. 4. Baskı, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum, 245.
- Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli, N. 2001. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü. Konya Ticaret Borsası. Yayın No: 2 Konya.
- Ercan, R., Özkaya, H. 1986. Ekmeğin Bayatlaması Üzerine Sürfaktantların ve Bazı Katkı Maddelerinin Etkisi. Gıda, 11(1).
- Gallagher, E., Gormley, T.R., Arendt, E.K. 2004. Recent advances in the formulation of products. Trends in Food Science & Technology, 15: 143–52.
- Gobbetti, M., Rizzello C.G., Di Cagno, R., De Angelis, M. 2007. Sourdough lactobacilli and celiac disease. Food Microbiology, 24: 187–96.
- Gül, H. 2007. Mısır ve Buğday Kepeğinin Hamur ve Ekmek Nitelikleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Güner, A., Güner, Ö., Karabay, Ü., 2021. Giresun Tombul Fındık (*Corylus avellana L.*) Yağının Serviks, Meme ve Kolon Kanseri Hücrelerinde Sitotoksik ve Antianjiyojenik Aktivitesi. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(2), 916-926.
- Güney, M., Tepe, Y. 2016. Improving the roasting process and efficiency of hazelnut. Adv Food Sci, 38,109-116.

- Hacıbrahimoğlu, A. 1997. Türk Fındığı ve Fındığın Bazı Problemlerine Genel Bir Yaklaşım. Tirebolu 1. Fındık Festivali, İstanbul, 56.
- Hayıt, F. 2018. Çölyak Hastalarına Yönelik Kısmi Pişirilerek Dondurma Yöntemi ile Glutensiz Ekmek Üretimi ve Kalitesinin Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Hayıt, F., Gül, H. 2017. Çölyak ve Çölyak Hastaları İçin Üretilen Ekmeklerin Kalite Özellikleri. J. Inst. Sci. & Tech, 7(1): 163-169.
- İşleroğlu, H., Dirim, S.N., Ertekin., F.K. 2009. Gluten İçermeyen, Hububat Esaslı Alternatif Ürün Formülasyonları ve Üretim Teknolojileri. Gıda, 34(1): 29-36.
- Karaağaoğlu, N., Karabudak, E., Yavuz, S., Yüksek, O., Dinçer, D. Tosunbayraktar, G. ve Eren, F.H. 2008. Çeşitli Ekmeklerin Protein, Yağ, Nem, Kül, Karbonhidrat ve Enerji Değerleri. Gıda Dergisi, 33: 19-25.
- Kırbaşlar, F.G., Erkmen, G. 2003. Investigation of the Effect of Roasting Temperature". Plant Foods for Human Nutrition, 58: 1-10.
- Kırca, L. 2010. Fındıkta (*Corylus avellana L.*) Ocak Dikim Yaşı İle Verim Kalite Arasındaki İlişkiler. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Komeroski, M.R., Homem, R.V., Schmidt, H.d.O., Rockett, F.C., de Lira, L., Vitória da Farias, D., Kist, T.L., Doneda, D., Rios, A.d.O., Ruffo de Oliveira, V. 2021. Effect of whey protein and mixed flours on the quality parameters of gluten-free breads. International Journal of Gastronomy and Food Science, 24.
- Köksal, A.İ., Artık, N., Şimşek, A., Güneş, N. 2006. Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana L.*) varieties cultivated in Turkey. Food Chemistry, 99: 509-15.
- Kutlu, T., 2019. Glutensiz diyet : gerçekten her zaman yararlı mı ?. Türk Pediatri Arşivi 54(2): 73-75.
- Masure, H.G., Wouters, A.G.B., Fierens, E., Delcour, J.A. 2019. Impact of egg white and soy proteins on structure formation and crumb firming in gluten-free breads. Food Hydrocolloids, 95: 406-17.
- Midyat L., Saz E.U., Özgenç, F., Yağcı, R.V., Aydoğdu, S. 2003. Glutensiz Diyetin Çölyaklı Hastalarda Büyüme Hızına Etkisi. 39. Türk Pediatri Kongresi, Kapadokya, 433.
- Miñarro, B., Albanell, E., Aguilar, N., Guamis, B., Capellas, M. 2012. Effect of legume flours on baking characteristics of gluten-free bread. Journal of Cereal Science, 56(2): 476-81.
- Moroni, A.V., Dal Bello, F., Arendt, E.K. 2009. Sourdough in gluten-free bread-making : An ancient technology to solve a novel issue ?. Food Microbiology, 26(7): 676-84.
- Mutlu, N. 2008. Obez ve Normal Kilolu Bireylerde Diyete Fındık İlavesinin Serum Lipid ve Serum Homosistein Düzeylerine Etkisi. Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyokimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Özüğür, G., Hayta, M. 2011. Tahıl Esaslı Glutensiz Ürünlerin Besinsel ve Teknolojik Özelliklerinin İyileştirilmesi. Gıda, 36(5): 287-94.

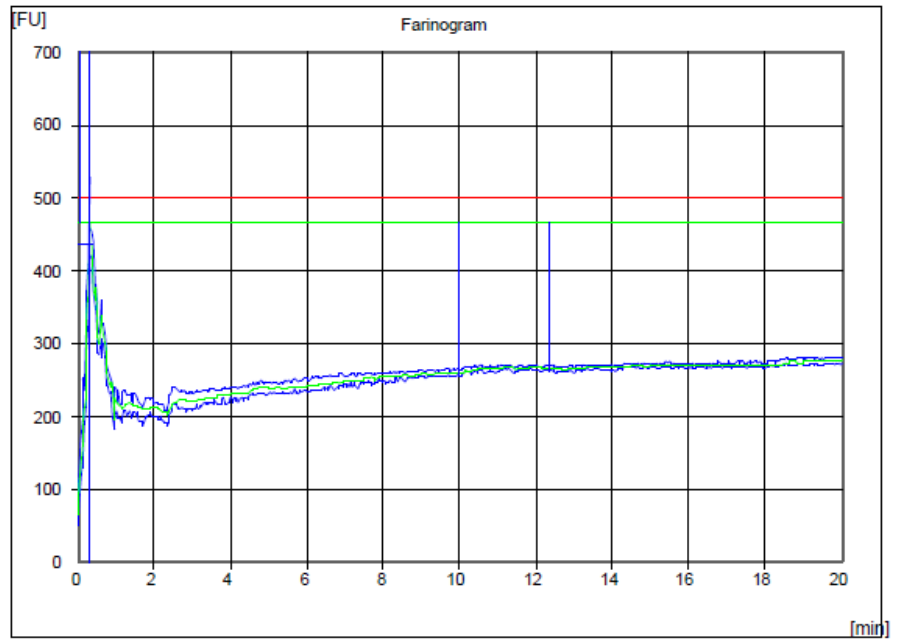
- Pala, M., Açkurt, F., Löker, M., Yıldız, M., ve Ömeroğlu, S. 1996. Fındık çeşitlerinin bileşimi ve beslenme fizyolojisi bakımından değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 20,43–48.
- Pico, J., Reguilón, M.P., Bernal, J., Gómez, M. 2019. Effect of rice , pea , egg white and whey proteins on crust quality of rice flour- corn starch based gluten-free breads. *Journal of Cereal Science*, 86: 92–101.
- Polat, S. 2014. Türk Fındığı (*Corylus colurna*)’nın Türkiye’deki Yeni Bir Yayılış Alanı. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 29: 136-149.
- Qin, W., Lin, Z., Wang, A., Chen, Z., He, Y., Wang, L., Liu, L., Wang, Tong, L. 2021. Influence of particle size on the properties of rice flour and quality of gluten-free rice bread. *LWT*, 151.
- Sciarini L.S., Ribotta P.D., Leon A.E., Perez G.T. 2010. Influence of Glutenfree Flours and their Mixtures on Batter Properties and Bread Quality. *Food Bioprocess Technol* 3:577–85.
- Serna, S.O., Lopez, S.G., Ptega, A.R., Dominguez, R.A. 1998. Effect of Sodium Stearoyl-2 Laktylate On the Rheological and Baking Properties of Wheat Bread Fortified with Defatted Soybean and Sesame Meal, *Journal of Food Science*, Vol. 53, No:1, pp. 211-230.
- Shahidi, F., Alaşalvar, C., Liyana-Pathirana, C.M. 2007. Antioxidant Phytochemicals in Hazelnut Kernel (*Corylus avellana L.*) and Hazelnut Byproducts. *Journal Of Agricultural and Food Chemistry*, 55(4): 1212–20.
- Simonne, A.H., Simonne, E.H., Eitenmiller, R. R., Mills, H.A., Cresman, C. P. 1996. Could the Dumas Method Replace the Kjeldahl Digestion for Nitrogen and Crude Protein Determinations in Foods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 73 (1), 39-45.
- Şimşek, A., Aslantaş, R. 1999. Fındığın Bileşimi ve İnsan Beslenmesi Açısından Önemi. *Gıda*, 24(3): 209-216
- Şimşek, S.T. 2020. Evaluation of Partial-Vacuum Baking for Gluten-Free Bread : Effects on Quality Attributes and Storage Properties. *Journal of Cereal Science*, 91.
- Taşkın, B. 2019. Maş Fasulyesi (*Vigna radiata L.*) ve Glutensiz Gıdalarda Kullanım Potansiyeli. *Akademik Gıda*, 17: 546.
- Tatar, F., Tunç, M. T., Kahyaoğlu, T. 2015. Turkish Tömbül Hazelnut (*Corylus avellana L.*) Protein Concentrates : Functional And Rheological Properties. *Food Science and Technology*, 52(2): 1024–1031.
- Taylor, J.R.N., Taylor, J., Campanella, O.H., Hamaker, B.R. 2016. Functionality of the Storage Proteins in Gluten-Free Cereals and Pseudocereals in Dough Systems. *Journal of Cereal Science*, 67: 22–34.
- Tepe, Y., Çebi A., Aydın, H. 2020. Acrylamide Content and Color Formation of Hazelnuts Roasted at Different Processing Temperatures and Times. *European Food Research and Technology*, 246(8): 1543–49.
- Thompson, T. 2000. Folate, iron, and dietary fibre contents of the gluten-free diet. *Journal of the American Dietetic Association* 100, 1389–1396.

- Tunç, M.T., Kahyaoglu, T. 2016. Improving Rheological and Baking Properties of Gluten-Free Breads Using Defatted Hazelnut Flour with Various Gums. *International Journal of Food Engineering*, 12(4): 343–53.
- Turan, D., Çapanoğlu E., Altay, F. 2015. Investigating the Effect of Roasting on Functional Properties of Defatted Hazelnut Flour by Response Surface Methodology (RSM). *LWT - Food Science and Technology*, 63(1): 758–65.
- Tümer, E., Özer, S. 2018. Bazı Fonksiyonel Ürünlerin Glutensiz Ekmek Üretiminde Ekmek Nitelikleri Üzerine Etkisi. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 36–6: 79–88.
- Türksoy, S., Özkaya, B. 2006. Gluten ve Çölyak Hastalığı. *Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu*, 807-810.
- Ünal, S., Boyacıoğlu, M.H. 1984. Hamurun Reolojik Özellikleri. *Gıda*. 9 (1): 13- 20
- Yağcı, S., Göğüs, F. 2008. Response surface methodology for evaluation of physical and functional properties of extruded snack foods developed from food-by-products. *Journal of Food Engineering*, 86(1), 122-132.
- Yanar, Ö., Durmaz, Ö., Gökçay, G. 2013. Atipik Başlangıçlı Çölyak Hastalığı. *Çocuk Dergisi*, 13(3): 126–30.
- Yarpuz, S. 2011. Glutensiz Ekmek Üretimi Üzerine Araştırmalar. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Yavuz, Z. 2019. Ekmeklik Unlara Diyet Lif Kaynağı Olarak İğde Tozu İlavesinin Hamur ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Yılmaz, Y., 2014. Piyasaya Sunulan Glutensiz Ekmek Yapımına Uygun Karışımların Kalite ve Bileşenler Yönünden Değerlendirilmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Yılmaz, Y., Doğan, İ.S. 2015. Glutensiz Ekmek Karışımların Kalite ve Bileşen Yönünden Değerlendirilmesi. *Gıda*, 40(6): 335-342
- Yurtoğlu, N. 2018. Türkiye Cumhuriyeti'nin Üretimi ve Ticaretiyle Dünyada En Önde Yer Alan Mahsulü : Fındık (1923-1950). *Akademik Tarih ve Düşünce Dergisi*, 5(18): 182–209.

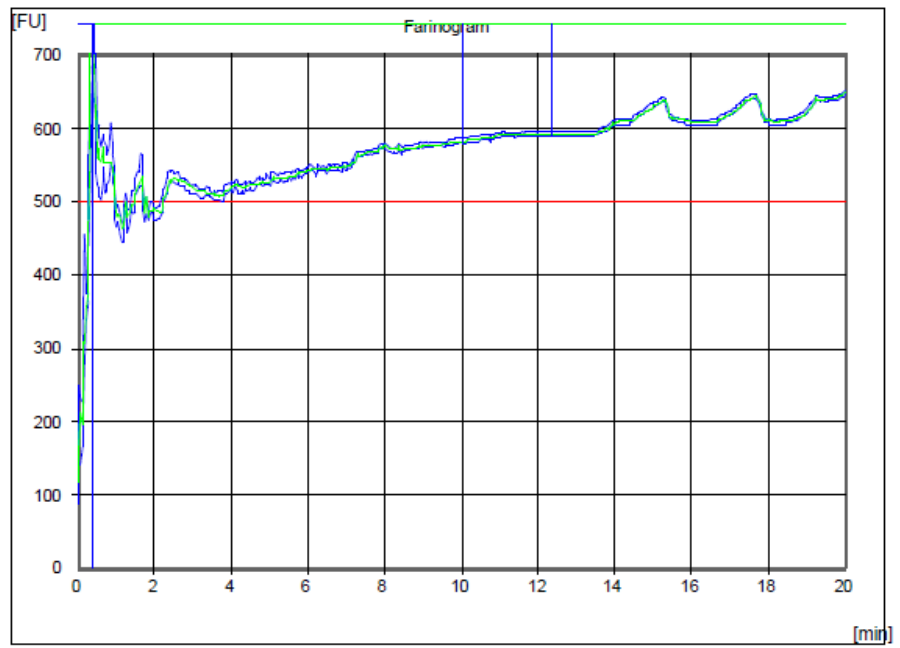
EKLER



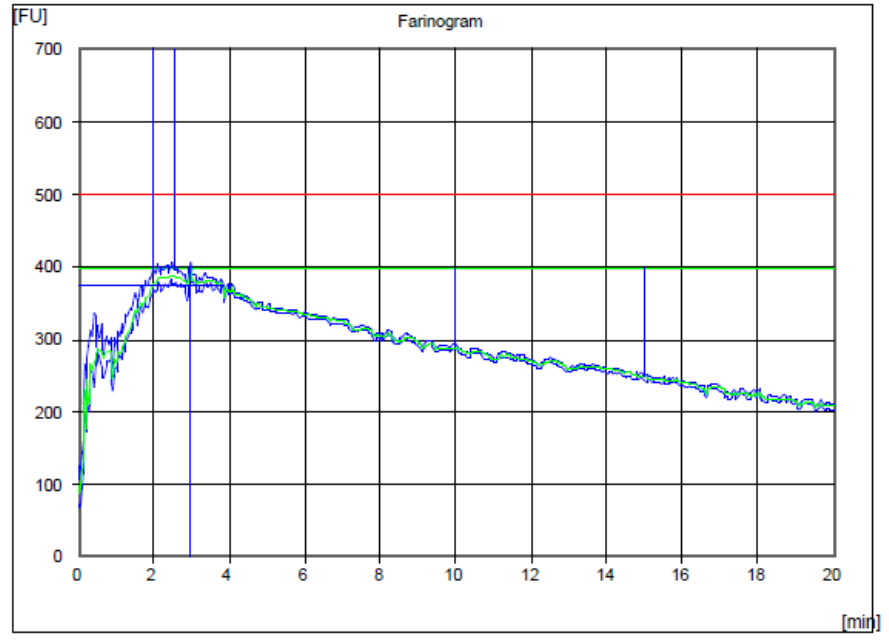
%0



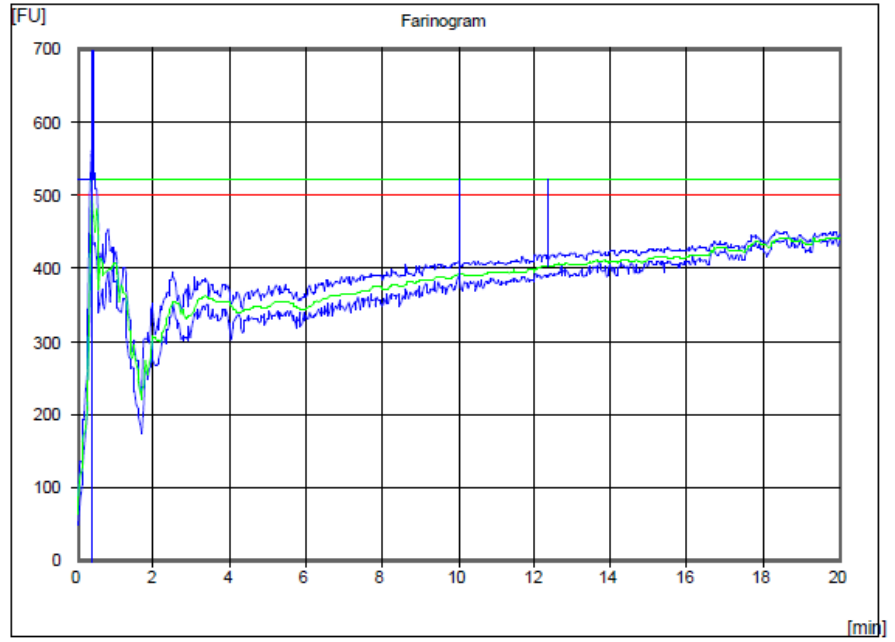
%2,5



%5

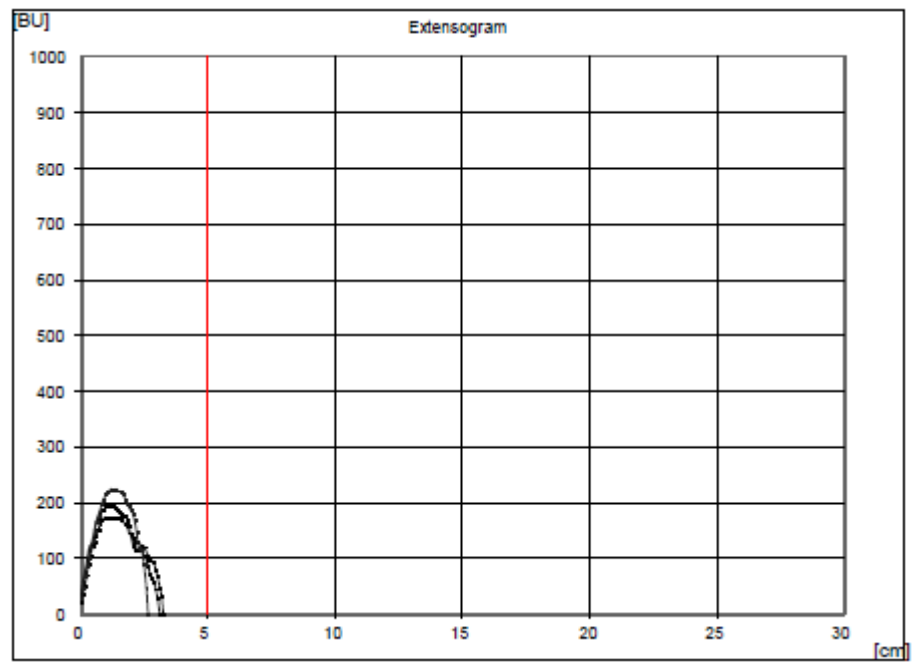


%7,5

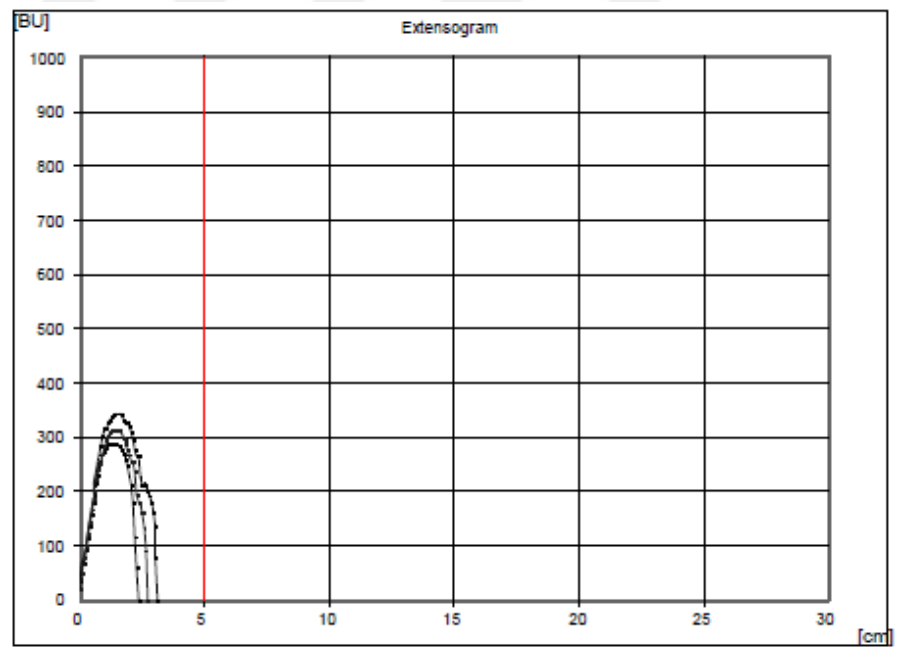


%10

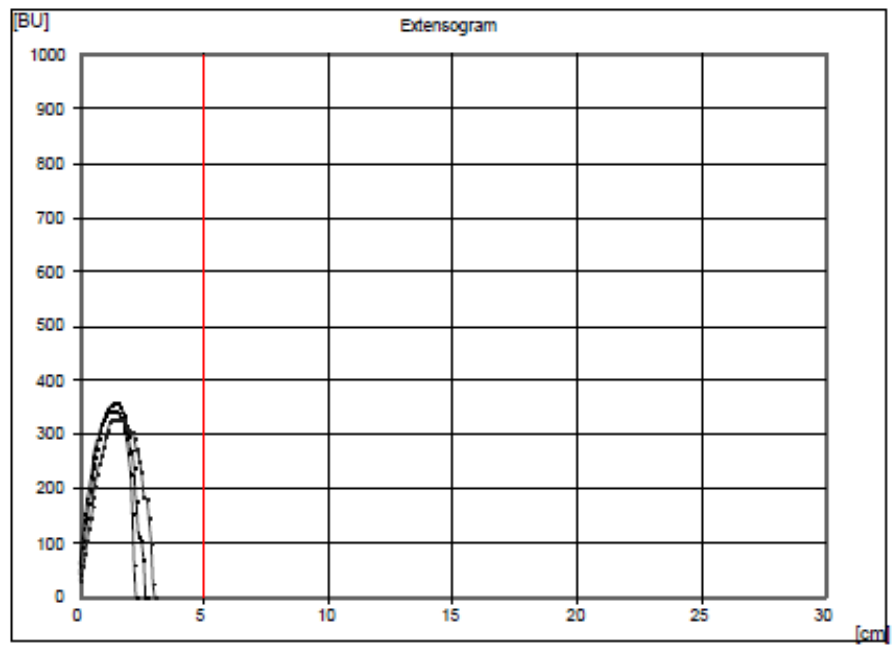
Şekil 1.A. Ekmek formülasyonları ile hazırlanan hamurların farinograf grafikleri



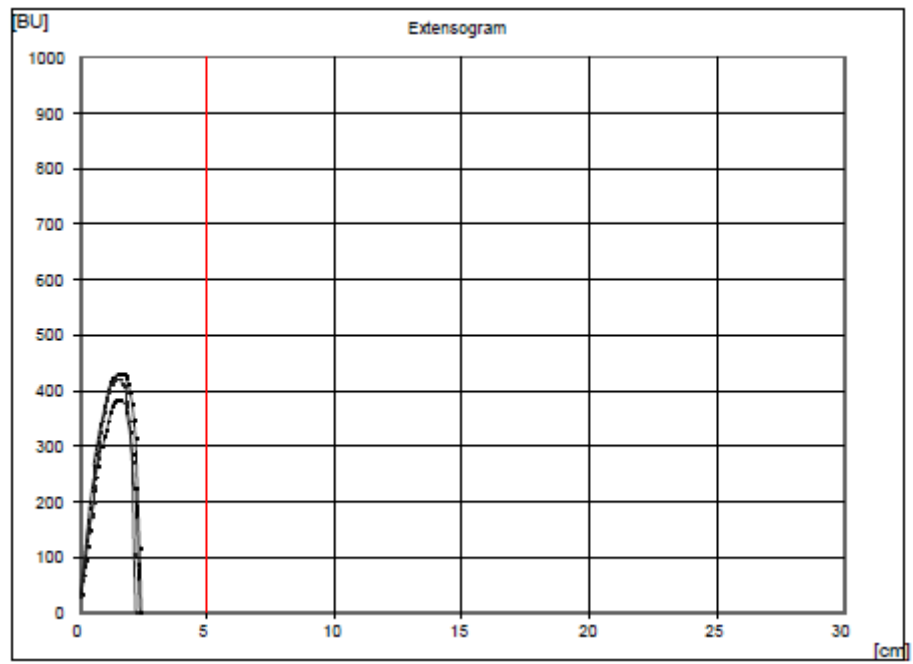
%0



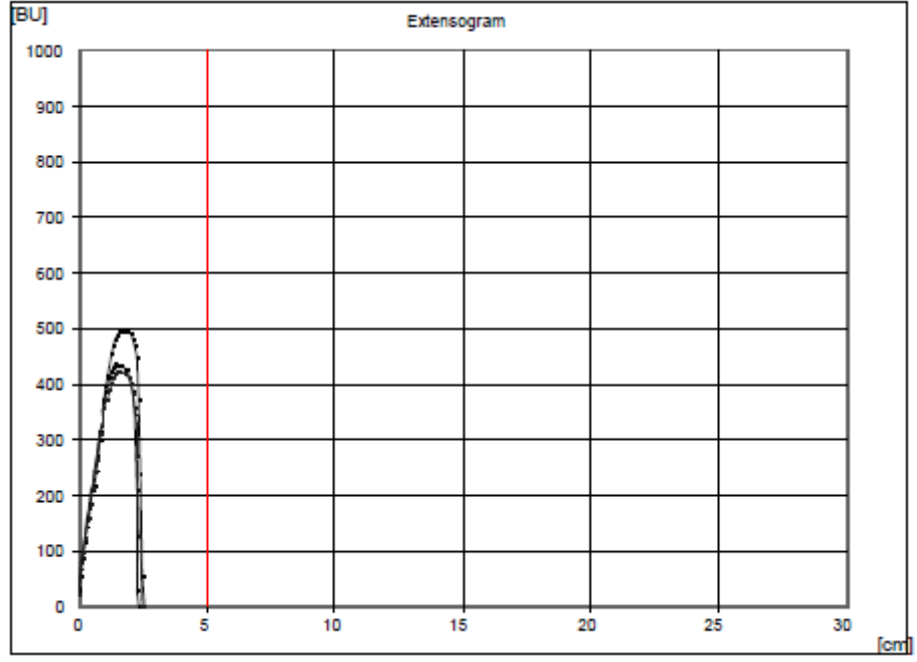
%2,5



%5



%7,5



% 10

Şekil 1.B. Ekmek formülasyonları ile hazırlanan hamurların ekstensograf grafikleri

ÖZGEÇMİŞ

İlay TURGUT İlk, orta ve lise eğitimini Giresun'da tamamladı. 2012 yılında Aksu Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2014 yılında başladığı Ordu Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nü 2016 yılında bitirdi. 2017 yılında başladığı Giresun Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimini 2022 yılında tamamladı.