T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇİMLENDİRİLMİŞ TOHUM FİLİZİ UNLARININ EKŞİ HAMURLU EKMEK YAPIMINDA KULLANILMASI

Nur Ezgi KÜLLÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

GıdaMühendisliği Programı

Danışman

Prof. Dr. Muhammet ARICI

Temmuz, 2021

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇİMLENDİRİLMİŞ TOHUM FİLİZİ UNLARININ EKŞİ HAMURLU EKMEK YAPIMINDA KULLANILMASI

Nur Ezgi Küllü tarafından hazırlanan tez çalışması 08.07.2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gıda Mühendisliği Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Muhammet ARICI

Yıldız Teknik Üniversitesi

Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Muhammet ARICI, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Görkem ÖZÜLKÜ, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Elif ÇAKIR, Üye
İstanbul Aydın Üniversitesi

Danışmanım Prof. Dr. Muhammet ARICI sorumluluğunda tarafımca hazırlanan Çimlendirilmiş Tohum Filizi Unlarının Ekşi Mayalı Ekmek Yapımında Kullanılması başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Nur Ezgi KÜLLÜ
İmza

Sevgili Aileme

TEŞEKKÜR

Yüksek lisansım boyunca ve tez çalışmamın başından sonuna kadar her aşamasında bilgisi ve tecrübesini paylaşarak bana yardımcı olan, sabır ve hoşgörü ile desteğini esirgemeyen ve bana yol gösteren saygıdeğer danışman hocam, Sayın Prof. Dr. Muhammet ARICI'ya sonsuz saygı ve teşekkürü borç bilirim.

Bu tez çalışmasının yürütülmesinde benden desteklerini esirgemeye BTA Unlu Mamuller üretim müdürü sayın Merve Latifoğlu ve üretim şefleri Murat Çıtak, Vedat Ateş, Mehmet Erol Yılmaz ve İbrahim Susam ve departman arkadaşım Sinem Polat'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisansım boyunca benden desteklerini esirgemeyen Kalite departmanı müdürü sayın Eda Kağan başta olmak üzere tüm ekip arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Çalışmam sırasında her konuda yardımcı olan Yıldız Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü saygıdeğer hocalarına ve araştırma görevlilerine teşekkür ederim. Ar. Gör. Eylül Öztürk' ve Burcu Kahraman'a ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

Tüm bu süreçte yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Berna Göztepe arkadaşıma teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her zaman yanımda olarak sevgilerini ve desteklerini her zaman yürekten hissettiren, beni maddi ve manevi olarak destekleyen sevgili annem, babam, kardeşime teşekkürü borç bilirim.

Nur Ezgi Küllü

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ vii

KISALTMA LİSTESİ viii

ŞEKİL LİSTESİ ix

TABLO LİSTESİ x

ÖZET xi

ABSTRACT xiii

1 GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 1

1.2 Tezin Amacı 4

1.3 Hipotez 4

2 LİTERATÜR TARAMASI 5

2.1 Ekmek....5

2.2 Ekşi Hamur 6

2.3 Çimlendirilmiş Tahıl Filizi Unları İle Yapılan Çalışmalar 13

3 MATERYAL METOD 15

3.1 Materyal 15

3.2 Metod 15

3.2.1 Çimlendirilmiş Tohum ve Anaizleri....15

3.2.2 Ekşi Hamur Eldesi 16

3.2.3 Ekmek Denemeleri 17

3.2.4 Çimlendirilmiş Tohum Unlarında Yapılan Analizler 18

3.2.5 Ekşi Hamurda ve Ekşi Hmaurlu Ekmekte Yapılan Analizler....23

4 ARAŞTIRMA BULGULARI 26

4.1 Çimlendirilmiş Tohum Filizi Unlarının Özellikleri....26

4.2 Çimlendirilmiş Tohum Filizi Unları ile Elde Edilen Ekşi Hamur Örneklerinin Bazı Mikrobiyolojik ve Fiziko-kimyasal Özellikleri 28

4.3 Çimlendirilmiş Tohum Filizi Unları ile Elde Edilen Ekşi Hamur Örneklerinin Antioksidan ve Fenolik Madde Özellikleri 30

4.4 Ekmek Örneklerinin Bazı Fiziko-kimyasal ve Biyoaktif Özellikleri....32

4.5 Ekmek Örneklerinin Renk Özellikleri....34

4.6 Ekmek Örneklerinin Sertlik Özellikleri 37

4.7 Duyusal Özellikleri 38
5 SONUÇ VE ÖNERİLER **43**
KAYNAKÇA **49**
A DUYUSAL ANALİZ FORMU **53**
TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR **54**

SİMGE LİSTESİ

±	Artı Eksi İşareti
a*	Kırmızı ve Yeşil Renk
L*	Parlaklık
℃	Santigrat Derece
b*	Sarı ve Mavi Renk
%	Yüzde

KISALTMA LİSTESİ

ÇBU	Çimlendirilmiş Buğday Filizi Unu
ÇTU	Çimlendirilmiş Tohum Filizi Unu
g	Gram
kg	Kilogram
kob	Koloni Oluşturan Birimi
log	Logaritma
mg	Miligram
mL	Mililitre
μmol	Mikromol
s	Saniye
SH	Sülfidril grupları
SS	Disülfit bağları
TGK	Türk Gıda Kodeksi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Ekşi Maya Tipleri 11
Şekil 3.1 Çimlendirilmiş Buğday ve Turp Tohumu ve Öğütücü 15
Şekil 3.2 Çimlendirilmiş Tahıllardan Un Eldesi.....16
Şekil 3.3 Çimlendirilmiş Buğday ve Turp Filizi Unu 16
Şekil 3.4 Ekşi Hamur Eldesi 17
Şekil 3.5 Ekşi Hamur 17
Şekil 3.6 Ekmek Üretim Prosesi 17
Şekil 3.7 Mettler Toledo Moisture Analyzer he 53 cihazı 20
Şekil 3.8. Laktik Asit Bakterisi Koloni Gelişimi.....21
Şekil 3.9 Maya Koloni Gelişimi 22
Şekil 3.10 Testo 205 23
Şekil 3.11 Gallik asit standart kalibrasyon eğrisi.....24
Şekil 4.1 Ekmek Dış/Kabuk Görseli.....40
Şekil 4.2 Ekmek İç/Yapı Görseli.....41

TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1 Çimlendirilmiş Tohum Filizi Unlarının Fiziko-kimyasal Özellikleri...26

Tablo 4.2. Çimlendirilmiş Tohum Filizi Unlarının Mikrobiyolojik Özellikleri 27

Tablo 4.3 Ekşi Hamur Örneklerinin Bazı Mikrobiyolojik ve Fiziko-kimyasal Özellikleri 28

Tablo 4.4 Ekşi Hamur Örneklerinin Antoksidan ve Fenolik Madde Özellikleri .30

Tablo 4.5 Ekmek Örneklerinin Bazı Fiziko-kimyasal ve Biyoaktif Özellikleri....32

Tablo 4.6 Ekmek Örneklerinin Renk Özellikleri 36

Tablo 4.7 Ekmek Örneklerinin Sertlik Özellikleri.....37

Tablo 4.8 Ekmek Örneklerinin Duyusal Özellikleri 42

ÖZET

Çimlendirilmiş Tohum Filizi Unlarının Ekşi Hamurlu Ekmek Yapımında Kullanılması

Nur Ezgi KÜLLÜ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Muhammet ARICI

Bu çalışmada, çimlendirilmiş turp ve buğday tohumu unlarının ekşi hamur fermentasyonuna ve ekmek üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında turp ve buğday tohumları çimlendirilip, kurutma ve öğütme proseslerine tabii tutularak un elde edilmiş bu unların toplam fenolik madde miktarı, pH, kuru madde oranı, nem oranı, toplam yağ ile protein oranı ve antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında elde edilen çimlendirilmiş turp ve buğday unları Tip I ekşi hamuru üretilecek buğday ununa belirli oranlarda katılmıştır (%0, %5, %15 ve %25). Ekşi hamurlara ilave edilen çimlendirilmiş turp ve buğday filizi unu oranı arttırıldıkça fenolik madde içeriğinin anlamlı bir şekilde arttığı tespit edilmiştir ($p<0,05$). Çimlendirilmiş turp ve buğday filizi unu oranı arttırıldıkça antioksidan kapasitenin anlamlı bir şekilde arttığı tespit edilmiştir ($p<0,05$). Ekşi hamurda laktik asit bakteri (LAB) sayısı çimlendirilmiş turp filizi unu ilave oranı ile ters orantılı olarak değişmiştir. İlave oranı %25 olan ekşi hamurda LAB sayısı $3,2x10^8$ iken, %5 ilave oranında $1,8x10^9$ kob/g olarak belirlenmiştir. Çimlendirilmiş buğday filizi unu ilavesi oranı LAB sayılarını etkilememiş ekşi hamurda $1,2x10^8$ ile $2,7x10^8$ kob/g olarak bulunmuştur. Çimlendirilmiş turp filizi unu ilave oranı arttıkça maya sayısının

azaldığı tespit edilmiştir (%25, %15, %5 için sırasıyla $8,0x10^4$, $8,0x10^5$ ve $3,0x10^6$ kob/g). Buna karşılık çimlendirilmiş buğday filizi unu ilavesi ekşi hamurun maya sayısını önemli ölçüde etkilememiştir (%25, %15, %5 için sırasıyla $1,2x10^8$, $9,2x10^7$ ve $1,2x10^7$ kob/g, kontrol (%0) için $7,7x10^7$ kob/g). Çimlendirilmiş turp ve buğday filizi unu oranı arttıkça ekşi hamurun pH'sının (%5 turp filizi unu hariç) kontrole göre yüksek kaldığı belirlenmiştir. Çalışmanın son aşamasında elde edilen ekşi hamurların ekmek hamuruna ilave edilmesiyle ekmek üretilmiştir. Çimlendirilmiş unların %25 oranında katıldığı ekşi hamurlu ekmeklerde fenolik madde ve antioksidan kapasitenin en fazla olduğu, diğer oranlar ile kontrol ekmeği arasında istatistiki açıdan büyük bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p<0,05$). Çimlendirilmiş buğday unlu ekşi hamurla yapılan ekmeklerde spesifik hacim ve sertlik, kontrol ekmeğine göre önemli ölçüde değişmemiştir ($p>0,05$). Ancak turp unlu ekşi hamurla yapılan ekmeklerde, turp oranı arttırıldıkça, iç ve kabuk sertliği artarken spesifik hacimde azalma tespit edilmiştir ($p<0,05$). Renk analizinde turp oranının arttırılması parlaklığı arttırmış, kabuk ile iç renkte kırmızı ve sarı renkte azalma olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Duyusal analiz sonuçlarına göre ise %25 oranında çimlendirilmiş turp ilaveli ekmek en az beğenilmiş, buğday ilavelilerde ise önemli bir fark olmamıştır ($p<0,05$).

Anahtar Kelimeler: Ekşi hamur, çimlendirilmiş turp filizi unu, çimlendirilmiş buğday filizi unu, fenolik madde, antioksidan kapasite, ekşi hamur ekmeği

ABSTRACT

The Use Of Sprouted Seed Flours To Make Sourdough Bread

Nur Ezgi KÜLLÜ

Department of Food Engineering

Master of Science Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Muhammet ARICI

In this study, the effects of sprouted radish and wheat germ flour on sourdough fermentation and bread were examined. In the first stage of the study; radish and wheat seeds were germinated, and then flour was obtained from germinated seeds through drying and grinding processes. Afterwards, the total phenolic content, pH, dry matter ratio, moisture ratio, total oil and protein ratio, and antioxidant capacities of these two types of flour were determined. In the second stage of the study, the germinated radish and wheat flour were added in certain proportions (0%, 5%, 15%, and 25%) to the wheat flour to be used for the production of Type I sourdough. It was determined that as the ratio of germinated radish and wheat flour added to sourdough was increased, the content of phenolic matter increased significantly ($p<0.05$). It was also determined that as the ratio of germinated radish and wheat flour was increased, the antioxidant capacity increased significantly ($p<0.05$). The number of lactic acid bacteria (LAB) in sourdough varied inversely proportional to the rate of addition of germinated radish flour. While the LAB number in sourdough with an addition rate of 25% was $3.2x10^8$, it was found as $1.8x10^9$ cfu/g with an addition rate of 5%. It was found that the addition rate of germinated wheat flour did not affect the LAB numbers, as $1.2x10^8$

and $2.7x10^8$ cfu/g in sourdough. It was determined that as the addition rate of germinated radish flour increased, the number of yeast decreased ($8.0x10^4$, $8.0x10^5$, and $3.0x10^6$ cfu/g for 25%, 15%, 5%, respectively). However, the addition rate of germinated wheat flour did not significantly affect the yeast number of the sourdough ($1.2x10^8$, $9.2x10^7$, and $1.2x10^7$ cfu/g for 25%, 15%, 5%, respectively; $7.7x10^7$ cfu/g for control (0%)). It was determined that as the germinated radish and wheat flour rates increased, the pH of the sourdough (except for 5% radish flour) remained higher than the control. In the last stage of the study, the sourdough was added to the bread dough, and this mixture was used for bread production. It was determined that the phenolic content and antioxidant capacity of bread were at the highest level for the bread in which germinated flour was added by 25% to the sourdough, and there was no statistically significant difference between the other ratios and the control bread ($p<0.05$). For the bread made with sourdough to which germinated wheat flour is added, specific volume and hardness did not change significantly compared to the control bread ($p>0.05$). However, for the bread made with sourdough to which radish flour was added; it was determined that as the radish ratio was increased, the internal hardness and crust hardness increased and the specific volume decreased ($p<0.05$). According to the color analysis, it was determined that as a result of the increase in the radish ratio, the brightness of the bread increased and there was a decrease in red and yellow colors in terms of crust and internal color ($p<0.05$). In addition, according to the results of the sensory analysis, bread with 25% germinated radish addition rate was found to be the least preferred bread, and no significant difference was found in terms of wheat added bread preference ($p<0.05$).

Keywords: Sourdough, germinated radish flour, germinated wheat flour, phenolic content, antioxidant capacity, sourdough bread

1
GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

Gıdalar insanların yaşamlarını sürdürebilmeleri için çeşitli kimyasal tepkimelerle gerekli olan enerjiyi sağlayarak, temel yaşamsal faaliyetlerin sürdürülmesi için olmazsa olmaz hayati fonksiyona sahiptirler. İnsanların ihtiyaçlarını karşılayabileceği gıda maddelerinin çeşitlendirilmesinde ve toplumların bu gıda maddelerine ulaşabilmelerinde de gıda sanayisi büyük bir öneme sahiptir [1,2].

Gıda sanayinde oldukça önemli bir yere sahip olan unlu mamuller sektörü özellikle son yıllarda gelişerek, tüketicilerin tercihlerine göre çok çeşitli ürünler sunmaktadır. En çok da herkes tarafından tüketilen temel gıda maddelerinin başında sayılan ekmek ve ekmek çeşitleri olmak üzere, kek, pasta, kurabiye gibi farklı çeşitlerde tüketici tercihlerini karşılayabilecek ürünler üretmesi sebebiyle gıda sanayi insan beslenmesinde oldukça büyük bir öneme sahiptir. Bunlar içinde en popüler olan ve tüketiciler tarafından en çok tercih ürün ise ekmektir [1]. Bu çok geniş ürün grubu içerisinde oldukça büyük bir öneme sahip olan ekmek herkes tarafından kolay ulaşılabilir olması, temel bir besin maddesi olması ve geniş ürün yelpazesiyle her kesimden insana hitap etmesi nedeniyle en çok talep edilen unlu mamuldür.

Ekmek insanlığın varoluşundan beri üretilmekte olup, tüm dünya da insanlar tarafından farklı çeşitlerde ve şekillerde tüketilmektedir [3]. Ekmek nötr bir tada sahip olup, diğer gıda maddeleri için de taşıyıcı rolünü üstlenmektedir. Ayrıca oldukça doyurucu olup insanlar için oldukça iyi bir enerji kaynağıdır [4].

Günümüzde insanların daha sağlıklı gıda maddelerine olan talebinin artmasıyla birlikte gıda sanayinde de bu talebi karşılamak daha çok çeşitte ve sağlıklı ürün üretme yönünde çalışmalarını arttırmıştır [5,6].

Sağlıklı ürünlere talebin artmasıyla birlikte insanların özellikle katkısız ve doğal ürünlere yönelimleri artmış ve buna bağlı olarak ekşi hamurun kullanım alanları hızla genişlemiştir [1]. Ekşi hamurun en çok kullanıldığı ürünler ise ekmektir. Ekşi hamur ekmekleri tahıl unlarına su, tuz, maya, geleneksel veya endüstriyel yöntemlerle elde edilen ekşi veya ekşi hamur ilavesiyle hazırlanan hamurun tekniğine uygun olarak yoğurulması, şekillendirilmesi, fermentasyona bırakılması ve pişirilmesiyle üretilen ekmek ve ekmek çeşitleridir (TGK ekmek ve ekmek çeşitleri yönetmeliği 2012/2) [7]. Ekşi hamur fırıncılık ürünlerinde kaliteyi arttırmak için kullanılan başta ekmek üretiminde sıkça tercih edilen en eski mayalama yöntemlerinden biridir. Un ve su karışımlarında laktik asit bakterilerinin ve mayaların fermentasyonu sonucunda elde edilmektedir [8]. Ekşi hamur ekmeğe kendine özgü aroma, tekstür, hacim ve besleyici özellikleri katmasının yanı sıra, gıda sanayinde ekmekler için büyük bir problem olan rop hastalığının engellenmesinde ve raf ömrünü uzatıp, bayatlamayı geciktirmesini sağlayarak besinsel özellikleri geliştirmektedir [3,8]. Ekşi mayalı ekmeklerin uzun raf ömrüne sahip olmalarının sebebi, ekşi hamurda bulunan LAB tarafından meydana getirilen asidifikasyon, nişastanın mikrobiyal hidroliz mekanizması ve proteolitik etki ile depolama sırasında oluşan fizikokimyasal değişimler bayatlamayı geciktirerek raf ömrünün diğer ekmeklere göre daha uzun olmasını sağlamaktadır [9]. Ekmeğin bayatlaması nişasta-protein matrisinde meydana gelen fiziksel değişikliklerin etkisiyle ortaya çıkmaktadır [10].

Ekmeğin bayatlamasındaki en temel nedenlerin başında retrogradasyon gelmektedir. Nişastan zincirlerinin enerjilerini azaltmak için interaksiyonları sonucunda sineresis meydana gelerek yapıdan su sızmaya başlar. Bekletme süresi arttıkça interaksiyon da artarak nişasta daha az hidratlı ve çözünür hale kendiliğinden dönüşür. Bu olaya nişastanın retrogradasyonu denir [11]. Ekmeğin bayatlaması nişastanın retrogradasyonu ile birlikte matlaşma, su tutma kapasitesinin azalması, ekmek içinde dağılma ve parçalanmada artış, tat ve aromada değişiklikler, kabukta gevrekliğin azalarak yumuşama meydana gelmesi şeklinde ortaya çıkmaktadır [12].

İnsanların sağlığa ve bu amaçla sağlıklı beslenmeye olan yönelimleri çeşitli tohumların çimlendirilmesiyle elde edilen tohum filizlerinin gıdalara ilavesine

yönelik çalışmaları da hızlandırmıştır. Çimlendirme; bitkilerin gelişmesinde gerekli olan esansiyel bileşiklerin ve enerjinin tohumda bulunan lipitlerin okside olması, proteinlerin parçalanması ve karbonhidratların basit şekerlere dönüştürülmesi ile meydana gelen kompleks metabolik faaliyetlerin bütünüdür [13].

Tohum filizleri çok eski zamanlardan beri başta Asya'da olmak üzere tüm dünyada yaygın bir kullanıma sahiptir. Tohum filizleri tohumlara oranla daha fazla miktarda fitokimyasal, mineral, diyet lifi, vitamin, amino asit, flavonoidler ve fenolik bileşenler gibi insan sağlığı için önemli birçok bileşeni içermeleri sebebiyle fonksiyonel gıda olarak kabul edilmektedir. Daha çok tohum filizi olarak kullanımda turp, baklagiller, buğday, yonca, brokoli başta olmak üzere daha birçok bitki filizi karşımıza çıkmaktadır [14,13].

Tohum filizleri tek başlarına tüketildikleri gibi gıdaları besin değeri anlamında zenginleştirmek içinde son yıllarda sıklıkla kullanılmaktadır. Gıdaların zenginleştirilmelerindeki temel amaç insanlarda yaygın olarak karşılaşılan vitamin, mineral vb. hayati fonksiyonlarda yer alan gıda bileşenleri ile bazı gıdalarda spesifik olan ve insan sağlığı açısından önemli olan eser miktardaki gıda bileşenlerinin ilave edilmesidir [15].

Fonksiyonel gıda vücudun ihtiyaçlarını karşılayan insan metabolik fonksiyonları üzerinde faydalı, bu sayede hastalıklardan korunmayı sağlayan gıda veya gıda bileşenleridir [16]. Fonksiyonel gıdalar temel gıda maddesi olmanın dışında sağlık açısından alınması gerekli gıda bileşenlerini içermektedirler [17].

Turp; C vitamini (askorbik asit), potasyum, folik asit içeriği yüksek olup aynı zamanda B6, magnezyum, kalsiyum açısından kaynak olarak görülen önemli bir gıdadır [18]. Bu nedenle fonksiyonel gıda olarak kullanımları üzerinde son yıllarda çok sayıda çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan birçok araştırmada turpun antioksidan aktivitesi yüksek olduğu ayrıca içeriğinde oldukça iki önemli bileşik olduğu bilinen peroksidaz ve izosiyonatları içermesi ve bu sayede lipidleri parçalaması sayesinde kandaki yağ oranının normalden fazla olmasından kaynaklanan başta koroner kalp hastalıkları olmak üzere, karaciğer üzerinde sağlıklı etkileri olduğu, kandaki kolestrol ve kan şekeri seviyesini düşürücü etkileri olduğu belirlenmiştir [18].

Ekşi hamur başta ekmek olmak üzere günümüzde birçok gıda maddesine ilave edilerek ürün üretiminde kullanılmaktadır. Ülkemizde ekşi hamurlu ekmeklerin başında en çok bilinen ekmek Vakfı kebir ekmeğidir [1,19].

Bu çalışmada, birçok faydası olduğu bilinen ve son yıllarda çok fazla tercih edilen ekşi hamurun, turp ve buğday tohumlarının çimlendirilmesi ile elde edilen tohum filizleri ile fermentasyonu sonucunda elde edilen ekşi hamur mayasının ekmeklere farklı oranlarda ilavesi sağlanarak üretilen ürünlerin fizikokimyasal, tekstürel ve duyusal özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışmanın başlıca amacı insan sağlığı üzerine etkileri sıkça araştırılan başta turp ve buğday tohumlarının çimlendirilmesi ile elde edilen tohum filizlerinden üretilen unların ekşi hamura farklı oranlarda (%0, %5, %15 ve %25) ilave edilerek farklı konsantrasyonlardaki 6 farklı ekşi hamurla (%0, %5, %15 ve %25) elde edilen ekşi mayalı ekmeklerin tekstürel, duyusal ve fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesidir.

Ayrıca sağlık açısından zaten faydalı etkileri olduğu bilinen ekşi hamura, özellikle sağlık yönündeki olumlu etkileri sıklıkla gündeme gelen turp ve buğdaydan elde edilen tohum filizlerinin unları ile son zamanlarda tüketicilerinin daha sağlıklı ürünlere olan yönelimlerine karşılık daha fonksiyonel bir ürün elde etmektir.

1.3 Hipotez

Ekşi hamur ekmek üretimi ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde ekşi hamur kullanılarak üretilen ekmeklerde ürünlerin besinsel, tekstürel, fiziko-kimyasal özelliklerini geliştirdiği, tüketiciler tarafından beğenilen duyusal özelliklere sahip ürünler oluşturduğu ve gıda sanayii açısından da oldukça önemli bir özellik olan daha uzun raf ömrüne sahip, raf ömrü sonuna kadar maksimum kalitede dayanan ürünler oluşturmada etkili olduğu belirlenmiştir.

Hipotezimiz, tüketicilerinin özellikle son yıllarda daha az katkılı daha sağlıklı ürünlere olan yönelimleri göz önüne alınarak sağlık üzerine etkileri belirlenmiş ve sık sık üzerine çalışmalar yapılan turp ve buğday tohumlarından elde edilen tohum filizlerinin kullanılmasıyla üretilen unların ekşi hamurlara ilavesi ile tüketicilerin daha sağlıklı ürünlere olan taleplerini karşılayan, hem de fizikokimyasal, duyusal ve tekstürel özellikleri yüksek yeni ekmek ürünleri geliştirilebilir.

2
LİTERATÜR TARAMASI

2.1 Ekmek

Ekmeğin tarihi insanlığın var olduğu neolitik çağlara kadar dayanan, M.Ö 12.000'den beri insanlar tarafından yaygın olarak tüketilen temel bir gıda maddesi olup yapılan araştırmalara göre Babil, Mısır, Yunan ve Romalılara kadar dayanan bir geçmişi ve tüketiminin olduğunu göstermektedir [20,21].

Ekmek zengin / fakir toplumun her kesiminden insanın kolaylıkla ulaşabildiği bir gıda maddesi olmasının yanında nötr bir tada sahip olması, beraber tüketildiği ürünler için bir taşıyıcı nitelikte, doyurucu ve iyi bir enerji kaynağı olması sebebiyle insanlar tarafından oldukça fazla tercih edilen bir gıda maddesidir [4].

Tüm dünyada insanlar tarafından yaygın olarak tüketime sahip olan ekmeğin Türkiye'de insanların beslenmesinde enerjilerinin %56'sını, proteininde yine %50'sini karşılamaktadır [21,22]. Ekmek %37 su, %8,7 protein, %50,5 karbonhidrat, %3,2 yağ, %2,0 kül olup; 100 gram ekmek yaklaşık 270 kalori sağlamaktadır [4].

Ekmeğin tüketiciler tarafından tüketimini etkileyen en önemli özellikler olarak tekstür, hacim, renk gibi faktörler ön plana çıkmaktadır. Ekmek basit olarak un, tuz, su ve maya girdilerinden oluşsa da üretim sırasında kullanılan hammaddeler, ekmek üretim aşamalarından özellikle yoğurma aşaması ekmek kalitesi üzerindeki en önemli faktörlerdir [20,23].

Ülkemizde ekmek üretiminde genellikle buğday unu kullanılmaktadır. Klasik bir ekmek üretiminde ekmeğin kalitesini etkileyen en önemli faktör buğday unu ve o unun sahip olduğu glutendir. Ekmeğin yoğurma aşaması sırasında gluten sahip olduğu büyük moleküllü glutenin ve gliadin ile hamurun reolojik özelliklerini etkileyerek ekmek kalitesini etkiler. Glutenin yapısındaki sülfidril grupları (SH), disülfit bağları (SS) ve SS bağları hamur kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. SS bağları hamura yoğurma işlemi sırasında stabilite kazandırarak önce ekmek hamuru kalitesinde ardından son üründe ekmek kalitesi üzerinde büyük bir öneme sahiptir. Glutenin hamur içinde meydana getirdiği stabil yapı sayesinde

ekmek yapımında kullanılan mayanın oluşturduğu CO_2 hamur içerisinde kalarak ekmeğin kabarmasını sağlar [23,24].

Ekmek yapımında düşük kaliteli bir undan üretilecek ekmekte kaliteyi arttırmak amacıyla ekmek yardımcıları olarak da bilinen ekmek yapımında kullanılmasına izin verilen gıda katkı maddeleri; asitlik düzenleyiciler, antioksidan ve antioksidan sinerjistleri, emülgatörler, enzimler, antimikrobiyal maddeler, koruyucular, stabilizatörler, jelleştiriciler olarak bilinmektedir [25].

Ekmek yapımında kullanılan unun gluten (protein) oranının yüksek olması, kül miktarı düşük olması, işleme sırasında ele yapışmaması ve mayayla birlikte iyi bir kabarma gücüne sahip özellikte olması gerekmektedir [26]. Ekmeklik unda kül miktarı %0,7-0,8, nem miktarı maksimum %14,5 olmalıdır [27]. Nem miktarının %14,5'in üzerinde olması depolama sırasında sorunlara yol açmaktadır [26].

Ekmek yapımında kullanılan buğdayda başta B vitaminleri olmak üzere, mineral maddeler (Ca, Fe, Zn gibi) ve mevcut aminoasitler, buğdayın kabuk ve embriyosunda yüksek, endosperminde ise düşük oranlardadır. Bu nedenle bu besin elementlerinin büyük bir kısmı un elde edilirken kepekle uzaklaştırılarak bu undan elde edilen ekmeğin besin değeri düşmektedir. Ekmeğin herkes tarafından tercih edilmesi ve son zamanlarda sağlıklı beslenmeye olan ilgilinin artması ekmeğin farklı çeşitlerde ve hatta kalite özelliklerinin yanında sağlığa etkileri üzerinde de birçok araştırma yapılmaktadır [22].

2.2 Ekşi Hamur

Dünyada insanların beslenmesindeki en önemli besin kaynaklarından biri tahıl daneleridir. Tahıl taneleri insanların diyetlerinde almaları gereken karbonhidrat, protein, vitamin, mineral ve lif açısından en önemli kaynaklar arasında yer almaktadır [28]. Ancak süt ürünleri ile kıyaslandığında besinsel içerikleri tahıl danelerinin daha düşüktür. Bunun nedeni tahıl tanelerinin lisin gibi vücut için önemli esansiyel aminoasitler bakımından fakir olması, yine protein içeriğinin süt ürünlerine kıyasla daha düşük olması, tahıl tanelerinin fitik asit ve tanen gibi kompleks oluşturarak vitamin emilimini zorlaştırma, yine tripsin, pepsin gibi bazı enzimleri inaktive edici özellikleri bulunan maddeleri bulundururlar [1,28]. Ancak yine de tahıl üretiminin tüm dünyada yaygın olması, diğer besin maddelerine göre daha ucuz ve herkes tarafından daha kolay ulaşılabilir olması

tahıl taneleri ile ilgili yapılan çalışmaları ve ürünleri arttırmakta olup tahıl ürünlerinin besinsel özelliklerini arttırmaya yönelik özellikle çalışmalar olduğu görülmektedir.

Tahıl ürünlerinin besinsel özelliklerini ve kalitelerini arttırmak için genetik iyileştirmeler ve aminoasit içeriğini arttırılması için yağ alınmış yağlı tohum küspeleri, protein konsantreleri vb. ilaveler ile gerçekleştirilmektedir. Bunların dışında en iyi bilinen ve en iyi sonuçlarının alındığı fermentasyon ile diğer ürün işleme aşamalarından pişirme, çimlendirme ve öğütme prosesleri de tohumların besinsel özelliklerini arttırmada önemli yöntemlerdir [28].

Tahılların besin değerinin arttırılmasının yanında duyusal özelliklerinin iyileştirilmesi ve fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla da uygulanan oldukça kolay ve ucuz bir yöntem olan fermentasyon istenmeyen bileşiklerin parçalanması, gıdanın pişirilmesi sırasında harcanan enerjinin azaltılması, daha güvenli ürün elde edilmesi, ürünün raf ömrünün uzatılması ve benzeri amaçlarla da uygulanmaktadır [1].

Fermentasyon bir gıdada bakteri, maya vb mikroorganizmaların gelişimiyle meydana gelen bir dizi parçalanma reaksiyonu olup bu sayede yeni ürünler elde edilmesini sağlayan biyoteknolojik bir yöntemdir. Fermente gıdaları üretiminde rol alan bakteri türleri başta olmak üzere mikroorganizmaların çoğu sağlık açısından bir risk teşkil etmeyip, bunlar GRAS (genellikle güvenli olarak kabul edilen) organizmalar olarak bilinmektedirler [29].

Fermentasyon yoluyla elde edilen fermente gıdalar protein, vitamin, esansiyel aminoasitler, yağ asitleri gibi temel besin maddeleri açısından zengin olup sindirim sistemi içinde birçok faydalarının olduğu bilinmektedir [29].

Ekmek üretimi için ekşi hamur kullanılması bilinen en eski biyoteknolojik yöntemlerden birisidir [30]. Ekşi hamur fermentasyonu un, su ve ortamdan doğal olarak gelen mikroorganizmalarla veya starter olarak ilave edilen laktik asit bakterilerinin fermentasyonu sonucunda elde edilmektedir [31]. Havadan ve üretimde kullanılan hamur girdilerinden spontan olarak gelen maya ve bakterilerin aktivitesi sonucu oluşan hamur bir sonraki üretimde ekmek mayası olarak kullanılmaktadır [30]. Ekşi maya fermentasyonu sonucunda elde edilen ekşi hamur bir son ürün olmayıp ara bir ürün olup fermentasyon sırasında

gerçekleşen mikrobiyal aktivite, kullanıldıkları fırınlanmış ürünlerin kaliteleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Fırınlanmış son üründe oluşturdukları aroma, koku, gözenek yapısı, hacmi, kırıntı yapısı ve elastikiyet gibi özellikler kalitede belirledikleri kriterlerdir [32].

Ekşi hamurda laktik asit bakterileri tarafından üretilen laktik asit, propiyonik asit ve asetik asit gibi organik asitler ile eksopolisakkaritler, enzimler gibi birçok metabolit sonucunda hoşa giden tat, aromatik zengin yapı oluşurken, ekmeğin raf ömrünün de uzaması üzerinde etkileri olduğu ortaya konmuştur [31]. Ekşi maya fermentasyonu sonucunda ortaya çıkan bazı metabolitler arasında organik asitler, karbondioksit, diasetil ve alkoller başlıcaları olarak bilinmektedir [29]. Ekşi hamur bozulmaya neden olan mikroorganizmalardan bakteri ve küf gelişimine engel olarak raf ömrünün uzamasında etkili olduğu yapılan çalışmalarca kanıtlanmıştır [33].

Ekşi hamurlarda heterofermantatif LAB ile homofermanttaif LAB asidifikasyon üzerine etikili iken mayalar hamurda kabarmadan sorumludur. Heterofermantatif LAB türleri kısmen mayalanma sürecinde de yer almaktadır [34].

Ekşi hamurla üretilen ekmeklerin duyusal özelliklerinden, LAB tarafından üretilen laktik asit ve asetik asit başta olmak üzere, yine LAB tarafından çok daha az miktarda üretilen sitrik asit ve malik asit gibi asitler sorumludur. Üretilen asetik asit laktik asit ile birlikte Mailllard reaksiyonlarının katalizörü olarak bilinir. Ekmeğin duyusal kalitesi üzerinde önemli olan bu uçucu bileşiklerin ekmekteki toplam asitlikte %30'u geçmemesi gerekmektedir. Uçucu asitliğin fazla olması buruk tada, aşırı az olması ekmekte zayıf aroma oluşumuna neden olmaktadır. Tüketicinin hoşuna giden daha aromatik ve hoş algılanabilecek bir ekşi ekmek için hem LAB hem de maya içeren karışık kültürlerin üretimde starter olarak kullanılması gerektiği bildirilmektedir. Aromatik ve hoş bir ekşi mayalı ekmek aroması için hem LAB hem de maya ile karışık kültürler önerilir [35].

Ekşi hamurun içerdiği antimikrobiyal bileşikler, üretilen ekzopolisakkaritler ekmeğin bayatlamasını geciktirmenin yanı sıra ekmek dokusununda geliştirilmesine yardımcı olur. Ekşi hamurlar probiyotik ve prebiyotik kaynağı olduğuna dahil araştırma bulguları mevcuttur. Sahip oldukları ekzopolisakkaritler

(EPS) hamurda su tutma kapasitesini arttırarak hidrokolloidler gibi davranırlar [36].

Yapılan birçok araştırmada fermentasyon ile tahıllarda özellikle fırıncılık ürünlerinin duyusal kalitesinin geliştirdiği belirtilmektedir. Ekşi hamur ile de nişasta sindirilebilirliğinin gecikmesi sebebiyle glisemik indeksi (GI) arttırmayarak, kan şekerinin belirli bir seviyede kalmasını sağlar. Biyoaktif bileşiklerin gelişimini ve minerallerden yararlanabilme oranını artırır. Gluten degradasyonu sayesinde çölyak hastaları tarafından da tüketilebilir olduğu ile ilgili çalışmalar ve araştırmalar mevcuttur [31,37].

Ekşi hamur ile üretilen başta ekmek olmak üzere ürünlerin sağlık açısından birçok yararı olduğu çeşitli çalışmalar ile ortaya koyulmuştur. Ekşi hamur kullanılarak üretilen ürünlerde ürünlerin duyusal özelliklerini geliştirdiği, besin ve raf ömrü özelliklerini uzattığı ortaya koyulmuştur [29]. Başta vücut için sayısız yararları olan ve esansiyel maddeler olan minerallerin biyolojik olarak yararlı hale getirilmesi, kan şekeri ve inülin seviyelerinde azalmalar olması yönünde etkileri olduğu belirtilmiştir. Ekşi maya içeriğinde bulunan LAB (laktik asit bakterileri) ve maya oluşumu sonucu ortaya çıkan fitat bozunması, çinko, kalsiyum, demir vb temel mineral eksiklerinin önlenmesi üzerinde oldukça önemlidir. Fermente ekşi hamur kullanılarak üretilen ekmekte meydana gelen çok daha düşük pH ortamı sebebiyle fitik asit endojen fitazlar tarafından bozunarak ekşi hamur ve bundan üretilen ekmeği mikrobiyal fitaz kaynağı haline getirmektedirler. Fitaz [miyo-inositol heksakis (dihidrojenfosfat) fosfohidrolaz, EC 3.1.3.8], fitik asidin pentadan mono fosfota miyo-inositol ve fosforik aside hidrolizini kataliz eder. Meydana gelen bu enzimatik aktivite, mevcut fosfat ve metal olmayan bir şelatör bileşiğin oluşmasını sağlamaktadır. Miyositol insan beyninde bulunur ve çeşitli psikiyatrik bozukluklar üzerine pozitif etkileri olduğu bilinmektedir. Özellikle inositol hücre zarlarında ve sinir sisteminde hücre fonksiyonlarını kontrol etmektedir. İnositolün ayrıca yağ metabolizması üzerinde etkili olup, kan kolestrol seviyesinin düşmesine, kan basıncının kademeli olarak düşmesine ve hipoglisemi tedavisi üzerinde etkileri olduğu bilinmektedir. Son yapılan çalışmalarda inositolün karaciğer büyümesini engellediği ve miyo inositolün kanser gelişimini engellemede sinerjik etki gösterdiği belirlenmiştir. Fitazlar, fitat içeriği yüksek

gıdaların beslenme kalitesini ve sağlık yararlarını yükseltmede etkili enzimleridir [35].

Ekşi hamurlar Tip I, Tip II ve Tip III olarak 3 sınıfa ayrılmaktadır. Tip I ekşi hamurlar geleneksel ekşi hamurlar olarak bilinmekte olup, mevcut ekşi hamur besleme yöntemiyle sürekli çoğaltılarak mayanın aktivitesinin devamlılığı sağlanmaktadır. Tip I ekşi hamurlar oda sıcaklığında yani 30˚C ve altındaki sıcaklılarda fermentasyonlarını en iyi şekilde gerçekleştirebilirler ve fermentasyon sonucunda elde edilen hamurların pH 'sı ortalama 4,0'dür [1,30,38].

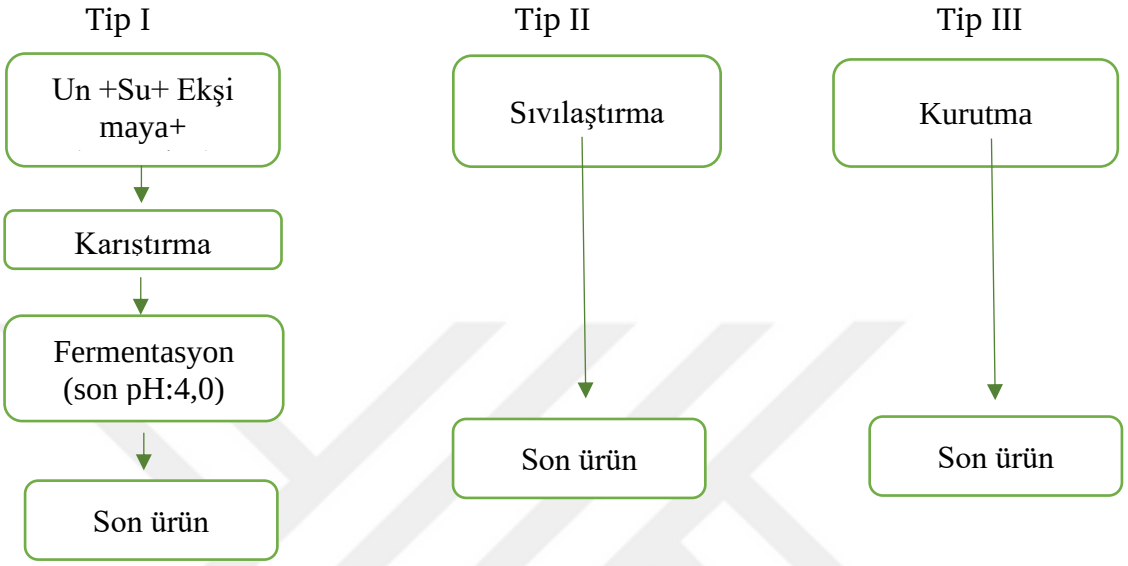
Tip II, uygun suşlar kullanılarak fermentasyonunun başlatıldığı endüstriyel ekşi maya grubudur. Tip II sıvı formda bir ekşi mayadır. Fermatasyonları 30˚C'nin üzerindeki sıcaklıklarda, 2-5 güne kadar süren uzun zaman dilimlerinde gerçekleşebilmektedir [33,38,35]. Tip II ekşi hamurları, daha büyük ölçekli, daha hızlı ve daha verimli, kontrol edilebilir fermentasyona olanak vermesi sebebiyle endüstriyel üretimde talep doğrultusunda ortaya çıkmıştır, yarı sıvı formları nedeniyle de endüstriyel fırınlarda kolayca pompalanarak kullanılabilmektedir [35].

Tip III, toz formda olup, kurutularak elde edilen ekşi maya tipidir. Kalite açısından son üründe standardizasyonu sağlayarak daha standart ürünler elde edilebilmesi nedeniyle ve son ürüne asit ve aroma kazandırılması amacıyla endüstride sıkılıkla kullanılmaktadır. Tip III ekşi hamurların daha standart son ürünler oluşturmalarının ve buna bağlı olarak endüstride en çok tercih edilen ekşi maya tipi olmasının nedeni kurutma ile elde edilmeleri sebebiyle kurumaya karşı dirençli laktik asit bakterilerinin dışındaki tüm mikrobiyal aktivitenin engellenerek sabit kalitede ürünler ortaya çıkarmasıdır. Kurutmaya karşı dirençli laktik asit bakterileri istenilen aroma ve tat oluşumunda katkı sağlamaktadır [30,33,38].

Tip II ve Tip III ekşi hamurları fermentasyon işlemi sırasında mayalama maddesi olarak (*S. cerevisiae*) ilave edilmesi gerekirken, Tip I ekşi hamurları herhangi bir ilaveye ihtiyaç duymadan doğrudan kullanılabilir [33]. Tip I ekşi hamurlarında *S. cerevisiae* ilave olarak *L. amylovorus* ve *L. delbrueckii* gibi homofermentatif türlerini de bulundurmaktadır. Tip I ekşi hamurlarda ise *L. sanfranciscensis* ve *L. pontis* gibi heterofermentatif LAB hakimdir [35].

Tip I ekşi hamurlarının hâkim mikrobiyotası standart olmayıp, hijyen koşulları, pH, fermentasyon süresi, sıcaklık, hammadde vb. fermentasyon parametrelerine göre farklılık göstermektedir [10,36].

Tip II ve Tip III ekşi hamurlarda ise hâkim mikrobiyota standart olup ticari starterler kullanılarak hâkim mikrobiyotayı oluşturmaktadır [1].



Şekil 2.1 Ekşi maya tipleri [35]

Geleneksel hazırlanan ekşi hamurlarda homofermentatif LAB türlerinden çok heterofermentatif LAB türleri olduğu görülmektedir. Şimdiye kadar ekşi hamurdan en az 50 farklı LAB türü izole edildiği bilinmektedir. Ekşi hamurlarda *Leuconostoc, Weissella, Pediococcus, Lactococcus, Enterococcus* ve *Streptococcus* cinslerine ait türler bulunmasına rağmen *Lactobacillus* suşları, en sık karşılaşıp izole edilen türdür [34].

Ekşi hamur kullanılarak başta ekşi mayalı ekmek çeşitleri olmak üzere, pizzalar, atıştırmalıklar ve tatlı fırın ürünleri olmak üzere birçok unlu mamul grubu ürün üretilmektedir [29].

Ekşi hamur kullanılarak çok sayıda ürün üretilmektedir. Ekşi hamurla özellikle fırıncılık ve hafif fırıncılık ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ürünlerden bazıları buğday, çavdar ve karışımlarından çeşitli tipte ekmekler, İtalya da yayın olarak üretilip tüketilmekte olan Panettone, Colomba ve Pandoro gibi farklı tipte tatlı çörekler, Brioches ve Pandorocakes gibi geleneksel unlu mamulleri ile dünya üzerinde başta Yunanistan, İtalya, Polonya, Fransa gibi

ülkelerde tüketilen geleneksel unlu mamul ürünlerinin büyük bir çoğunluğu ekşi maya tekniği kullanılarak üretilen ürünler tüketilmektedir [32-35].

Ekşi hamurda yaygın mikrobiyota coğrafi bölge, işleme, mayalama sıcaklığı, hamur hidratasyon oranı, kullanılan tahıl türü vb faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterse de yaygın olarak LAB içinde *Lactobacillus* spp*., Lactobacillus* spp*., Lactococcus* spp*., Leuconostoc* spp*., Oenococcus* spp*., Pediococcus* spp*., Streptococcus* spp*., Tetragenococcus* spp*., Aerococcus* spp*., Carnobacterium* spp*., Enterococcus* spp*., Vagococcus* spp. ve *Weissella* spp. türleri izole edilmektedir [29].

Ekşi hamurlardan en fazla izole edilen laktik asit bakteri (LAB) türleri *Lactobacillus sanfransicensis, L. reuteri, L. rossiae, L. delbrueckii* ssp*., L. casei, L. plantarum, L. brevis, L. alimentarius, L. fermentum* olarak bildirilmektedir [39]. Ekşi hamurlarda 10^8-10^9 kob/g canlı laktik asit bakterisi (LAB), mayaların 10^6-10^7 kob/g olması pH'nın 4,5 altında olması gerekmektedir. Ekşi hamurdaki LAB/maya oranının 100:1 olması beklenmektedir [40]. Ekşi hamurda en çok izole edilen maya türü *ise Saccharomyces cerevisiae, Saccharomyces exiguus, Candida milleri, Pichia norvegensis, Hansenula anomala* ve *Candida krusei* olmak üzere birkaç maya türü bulunur [40].

Fermentasyon sırasında 50'nin üzerinde *Lactobacillus* cinsi içerisinde LAB türünün, 20'nin üzerinde *Saccharomyces* ve *Candida* cinsine ait mayanın rol aldığı tespit edilmiştir [41].

Lactobacillus sanfranciscensis suşları, diğer heterolaktik türlerden büyük ölçüde farklı homojen bir uçucu profil göstermekte olup, Etil asetat, alkoller (etanol, 1-propanol, 2-metil-1-pentanol, 1-heptanol ve 1-oktanol), aldehitler (3-metil-1-bytanal, heptanal, trans-2heptanal, octanal ve nonanal) ve asetik asit, tarafından üretilen ana bileşiklerdir [40].

Ekşi mayalı bir ekmeğin tat ve diğer duyusal özelliklerini etkileyen en önemli faktör laktik asit ve asetik asetik miktarıdır. Ekşi hamurdaki laktik asit/asetik asit oranı fermentasyon katsayısı (FQ) ile ifade edilmektedir. FQ 4 civarında olması ekşi hamurdan elde edilen ekmeğin iyi bir tat dengesine sahip olmasını sağlarken, asetik asit miktarı düştükçe FQ artar buna bağlı olarak da asidik tat artarak zayıf aroma oluşumuna sebep olur [40].

2.3 Çimlendirilmiş Tahıl Filizi Unları ile Yapılan Çalışmalar

Bazı tahıl ve baklagil çimlerinin ekmek ve bisküvi üretiminde kullanım olanaklarının incelendiği bir çalışmada çavdar ve yeşil mercimek taneleri farklı sürelerde çimlendirilerek un üretilmiştir. Elde edilen unlar ekmek ve bisküvi üretiminde kullanılarak besinsel ve fonksiyonel özellikleri arttırılmış ürünler üretilmesi hedeflenmiştir. Üretilen ürünlerin protein, kalsiyum, magnezyum, fitik asit gibi kimyasal ve besinsel özellikleri ile duyusal ve fiziksel özelliklerine bakılmıştır. Bisküvi üretiminde çimlendirilmiş çavdar unu kalsiyum ve magnezyum oranını arttırırken, çimlendirilmiş mercimek unu demir, potasyum ve çinko değerini arttırdığı bildirilmiştir. Çimlendirilmiş unların kullanımı %10'u geçtiğinde bisküvi ürünlerinde renk ve duyusal özelliklerde düşmelerin olduğu bildirilmiştir. Ekmek ürünlerinde ise çimlendirilmiş ikame unu kullanımı fenolik madde miktarını arttırdığı, çimlendirilmiş mercimek ununun demir ve potasyum oranını arttırdığı, çimlendirilmiş çavdar ununun ise kalsiyum, magnezyum ve fosfor içeriğini arttırdığı bildirilmiştir. İkame un kullanım oranı %5 in üzerine çıktığında ekmekte duyusal ve kaliteyle ilgili özelliklerde (gözenek yapısı, hacim, tekstür ve simetri gibi) azalmalar olduğu bildirilmiştir [42].

Başka bir çalışmada çimlendirilmiş ve ham kinoa unun glutenli ve glütensiz makarna üretimden kullanım olanakları araştırılmıştır. Çimlendirilen kinoa tohumları un haline getirildikten sonra glutenli makarnada irmik yerine, glütensiz makarnada ise pirinç, mısır parçaları ile farklı oranlarda (%0, %10, %20 ve %30) yer değiştirilerek üretimde kullanılmıştır. Üretilen makarnaların fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve besinsel özellikleri belirlenmiştir. Çimlendirilmiş kinoa unu ile üretilen makarnalar da antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, toplam besinsel lif, kül, ham protein oranlarında artış olduğu, fitik asit miktarında ise azalış olduğu bildirilmiştir kinoa ununun ham ve çimlendirilmiş olarak makarna üretiminde kullanılması duyusal özellikler ve beğeni açısından düşüşlere yol açtığı, çimlendirilmiş kinoa unun ham kinoa ununa göre de kalite özellikleri açısından daha az beğenilen ürünler üretilmesine sebep olsa da besinsel ve fonksiyonel özellikleri büyük ölçüde arttırdığı bildirilmiştir [16].

Literatürdeki bir çalışmada ise farklı mikroorganizma kaynakları ile çimlendirilerek elde edilen nohut unu ve nohutların erişte üretiminde kullanılarak fitik asit miktarının azaltılması üzerinde bir çalışma yapılmıştır. Nohutlar kefir ve turşu suyu gibi farklı mikroorganizma içeriği olan sıvılarda 24 ve 48 saat bekletilerek elde edilen nohut unları erişte üretiminde kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda potansiyel probiyotik içeren kefir ve turşu sularında bekletme işleminin artması fitik asit oranın azaldığı ve üretilen eriştelerin hem besinsel hem de duyusal olarak kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir [43].

Çimlendirilmiş bazı tahıl ve baklagillerin besinsel ve fonksiyonel özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada buğday, arpa, yulaf, kinoa, amarant, yeşil mercimek, nohut ve maş fasulyesi taneleri farklı sürelerde (0, 1, 3 ve 5 gün) çimlendirilerek tanelerin bazı fiziksel (renk), besinsel (toplam fenolik madde ve fitik asit), ve kimyasal (nem, kül, ham protein ve ham yağ) özellikleri üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Çalışmalarda çimlendirme süresi arttıça renk (a*, b* ve L*) nem ve antibesinsel fitik asit miktarının azaldığı, baklagillerde fenolik madde içeriğinin arttığı bildirilmiştir. Çimlendirme prosesi ile kimyasal, besinsel ve fonksiyonel özelliklerin arttığı bildirilmiştir [44].

Son olarak litateratür de yapılan bir başka çalışmada ise çeltik, esmer pirinç, beyaz pirinç, buğday, mısır ve bulgur taneleri farklı sürelerde (24,48 ve 72 saat) çimlendirilerek esmer pirinç tahıllarında tahıl keki üretimi farklı sıcaklıklarda (230, 240, 250, 260°C) yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda çimlendirme ve basınç düşürme yöntemleriyle esmer pirinçten kek üretimi ile GABA, γ-orizanol ve fitosterol içerikleri yönünden fonksiyonel bir çerez ürünü üretilebileceği ve 72 saat çimlendirme ile 250°C üretim koşullarının optimum koşullar olarak uygun kalitede ürünler üretilebileceği bildirilmiştir [45].

3
MATERYAL VE METOD

3.1 Materyal

Bu çalışmada kullanılan turp filizi unu ve buğday unu, ilaçsız turp ve buğday tohumları tedarik edilip çimlendirildikten sonra kurutulup öğütülerek elde edilmiştir. Ekmek yapımı için buğday unu Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği'ne göre (Tebliğ No: 2013/9) özel amaçlı buğday unu olarak tanımlanmakta olan buğday unu kullanılmıştır. Ekşi mayalı ekmek yapımında kullanılan ekşi hamurlar ise Tip I ekşi hamuru olup un ve su karışımının fermentasyonu sonucunda elde edilmiştir. Ekmek yapımında çimlendirilmiş tohumlardan elde edilen unlarla birlikte ekmek yapımında un olarak (rutubet en çok %14,5, protein miktarı en az %7) özel amaçlı buğday unu kullanılmıştır.

3.2 Metod

3.2.1 Çimlendirilmiş Tohum ve Analizleri

Çimlendirilmiş tohum unu eldesi için tedarik edilen buğday ve turp tohumları ilk olarak yıkanmış ve bu sayede fiziksel kirlerinden uzaklaştırılmıştır. Ardından 8 saat süreyle tohumlar suda bekletilerek yeteri kadar ıslanmaları ve bünyelerine su almaları sağlanmıştır. Suyu süzülen tohumlar güneş ışığında 3-4 gün süreyle çimlendirilmeye bırakılarak tohum boylarının ¾'üne ulaşıncaya kadar çimlendirilmiştir (Şekil 3.1).



a) Çimlendirilmiş Buğday Tohumu



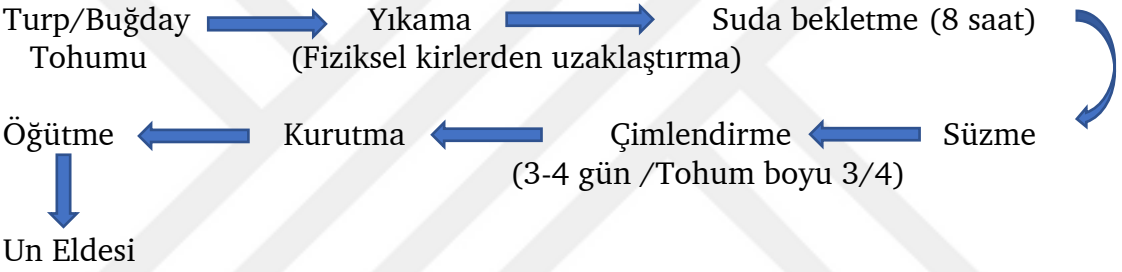
b) Çimlendirilmiş Turp Tohumu

Şekil 3.1 Çimlendirilmiş Buğday ve Turp tohumu ve Öğütücü



Şekil 3.1 Çimlendirilmiş Buğday ve Turp tohumu ve Öğütücü (devamı)

Çimlenen tohumlar önce 2 gün süre ile güneş ışığında ardından fansız 50°C fırında yaklaşık 8 saat süreyle kurutulmuştur. Kurutma işlemi tamamlanan tohumlar kahve öğütücü (Bosh Tsm6a011w, Almanya) yardımıyla öğütülerek un haline getirilmiştir (Şekil 3.2 ve 3.3).



Şekil 3.2 Çimlendirilmiş Tahıllarda Un Eldesi



a)Çimlendirilmiş Buğday Filizi Unu



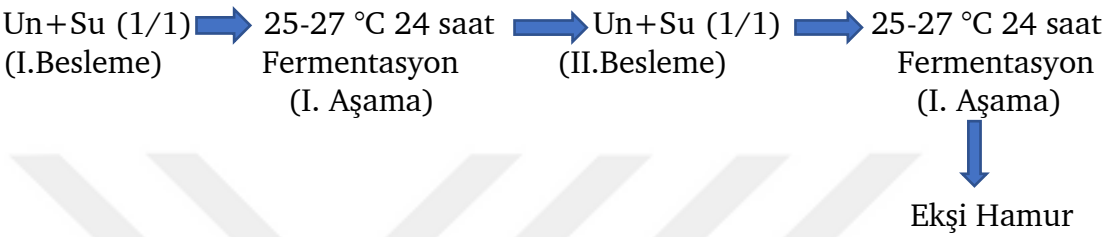
b) Çimlendirilmiş Turp Filizi Unu

Şekil 3.3 Çimlendirilmiş Buğday ve Turp Filizi Unu Görseli

3.2.2 Ekşi Hamur Eldesi

Ekmek üretiminde kullanılan Tip -1 ekşi hamurunun elde edilmesi için ilk olarak un ve su (1/1) oranında koyularak bir mikser yardımıyla karıştırılmıştır. Ardından 24 saat ortalama 25-27 °C'de ortam koşullarında fermentasyona bırakılmıştır. 24 saat sonunda elde edilen ekşi hamura un/su oranı 1/1 olacak şekilde ilave yapılarak besleme yapılmış ve yeniden 24 saat fermentasyona bırakılmıştır.

Böylece 2 aşamalı fermentasyon işlemi yapılmıştır ve 2 günün sonunda ekmek yapımında kullanılacak kontrol ekşi hamur elde edilmiştir (Şekil 3.4 ve 3.5).
Ekmek üretiminde kullanılacak çimlendirilmiş un (%0, %5, %15 ve %25) +un + su ilavesi ile besleme yapılarak 24 saat 25-27 °C'de fermentasyona bırakılarak 7 farklı ekşi hamur elde edilmiştir (%0-%5- %15 ve %25) Elde edilen ekşi hamurların pH'ları belirlenmiş, LAB ve maya sayımı yapılmıştır. Son olarak antioksidan kapasite ve fenolik madde tayinleri yapılmıştır.



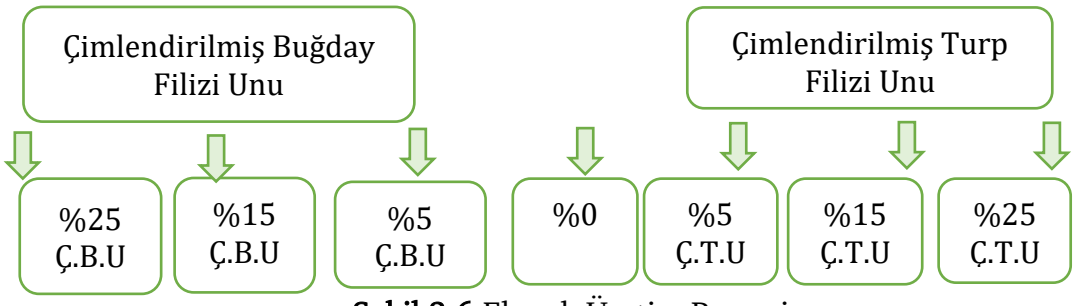
Şekil 3.4 Ekşi Hamur Eldesi



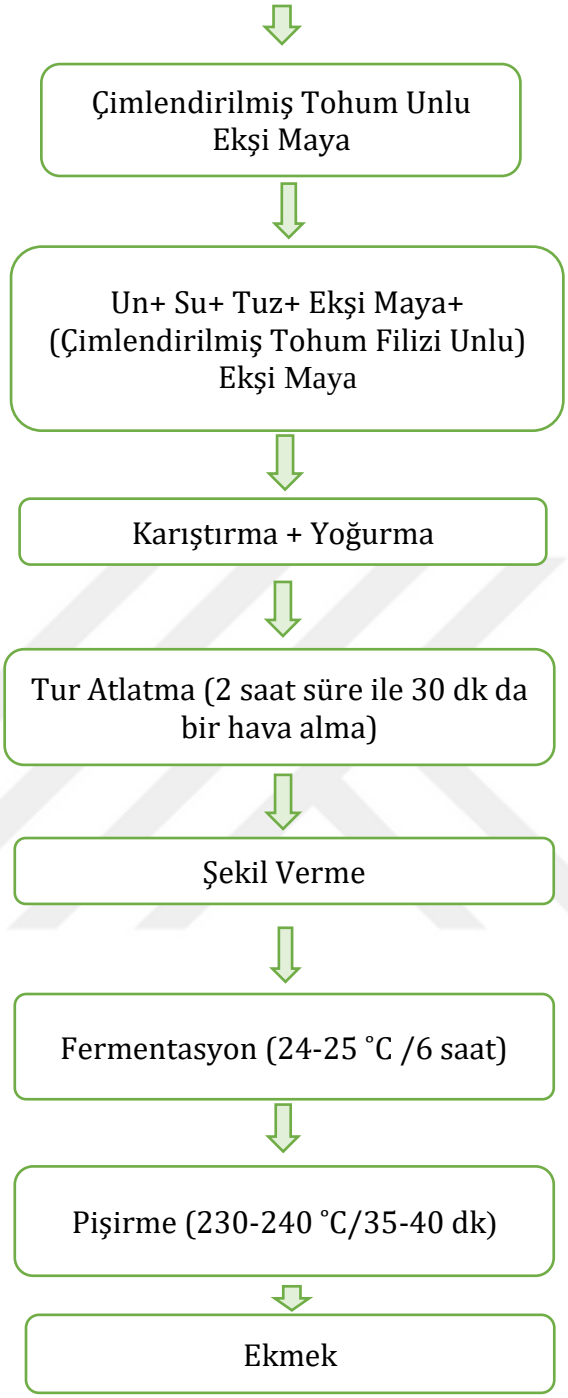
Şekil 3.5 Ekşi hamur

3.2.3 Ekmek Denemeleri

Ekşi hamur eldesi aşamasında elde edilen Tip I ekşi hamura farklı oranlarda (%0-%5- %15 ve %25) katılan 2 çeşit çimlendirilmiş un ilavesi ile üretilen 7 farklı ekşi hamurdan ekşi mayalı ekmek üretimi gerçekleştirilmiştir. Ekmek hamuruna her bir ekşi hamur, maya oranının %25'i olacak şekilde ilave edilerek ekmekler üretilmiştir (Şekil 3.6)



Şekil 3.6 Ekmek Üretim Prosesi



Şekil 3.6 Ekmek Üretim Prosesi (devamı)

3.2.4 Çimlendirilmiş Tohum Unlarında Yapılan Analizler

3.2.4.1 Çimlendirilmiş Tohum Unlarında Protein Analizi

Çimlendirilmiş tohumlardan elde edilen unlarda protein tayini Kjeldahl yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Kjeldahl yöntemiyle protein tayinin esas prensibi homojen hale getirilmiş olan örneklerin içerdiği toplam azotun amonyum sülfata dönüştürülmesi için derişik sülfirik asit ile ilk olarak yakılması işlemi, ardından

alkali koşullarda meydana gelen amonyağın borik asit çözeltisine distile edilmesi ve son olarak oluşan borak anyonlarının hidroklorik asit (HCl) çözeltisi ile titre edilmesiyle örnekte bulunan azot miktarının hesaplanmasına dayanmaktadır. Elde edilen azot miktarının gıdaya uygun faktör ile çarpılmasıyla protein miktarı kjeldahl metoduyla hesaplanmış olmaktadır [46].

Çimlendirilmiş tahıl unlarında protein tayini amacıyla turp filizi unu ve buğday unlarından 1 er gram numune Kjeldahl tüplerine tartılarak alınmıştır. Tüplerin üzerlerine 20'şer mL derişik H_2SO_4 ve 2'şer tane Kjeldajahl tableti eklenmiştir. Ardından tüpler yakma ünitesine (Buchi-K-425 Speed Digester, İsviçre) yerleştirilmiş ve ve sıcaklık kademeli olarak arttırılarak yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yakma işlemi berrak yeşil renk elde edildiğinde sonlandırılmış ve soğutulmuştur. Soğutma işleminin ardından bir sonraki aşama olan destilasyon aşamasına geçilmiştir. Destilasyon işleminde tüpler destilasyon ünitesine (Buchi-K-360 KjelFlex, İsviçre) yerleştirilerek 50 mL su, 90 mL NaOH, 60 mL H_3BO_3 kullanılarak 240 s distilasyon işlemi uygulanmıştır. Titrasyon aşaması için 0,1 N HCl kullanılarak titre edilmiştir. 3.2 ve 3.3'teki denklem yardımıyla % azot, % azot miktarının 5,70 faktörü ile çarpılması sonucu % protein miktarı hesaplanmıştır [1].

$$\% N: [((V_1 - V_0) \times N \times 0{,}014) / m] \times 100 \quad (3.1)$$

V_1: Titrasyon sırasında harcanan HCl miktarı (mL)
V_0: Kör numunenin titrasyonu sırasında harcanan HCl miktarı (mL)
N: Titrasyon sırasında sarf edilen HCl çözeltisinin normalitesi
0,014: Azotun mili eşdeğer ağırlığı
m: Numune miktarı (g)

$$\% Protein = \% N \times 5{,}7 \quad (3.2)$$

3.2.4.2 Çimlendirilmiş Tohum Unlarında Nem Analizi

Çimlendirilmiş turp ve buğdaylardan elde edilen turp filizi unu ve buğday filizi unu örneklerinde %nem miktarının belirlenmesi için Halojen ısıtma teknolojili nem tayini cihazı (Mettler Toledo Moisture Analyzer he53, İspanya) cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.7). İlk olarak örneklerin koyulacağı alüminyum plakalara cihaza yerleştirilerek sıfırlanmıştır. Ardından örnekler alüminyum plakalara 3-3,5 g tartılmış ve 105°C'de kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Nem

tayin cihazında kurutma işlemi öncesi örneğin tartımı ile kurutma sonraki tartım sonucu arasındaki ağırlık kaybı göz önüne alınarak yüzdece hesaplanmıştır. Cihaz ekranındaki un örneklerinin % nem miktarı okunmuştur.



Şekil 3.7 Mettler Toledo Moisture Analyzer he53

3.2.4.3 Çimlendirilmiş Tohum Unlarında Kül Analizi

Çimlendirilmiş turp ve buğday unlarında kül tayini kül fırınlarında yapılmıştır. Önceden 500-600°C'de kül fırınlarında kurutulup desikatörde soğutulan porselen kroze kaplar tartılmış (X_1), ardından içlerine 3-4 g numune koyularak tartılmıştır (X_2). Numunenin üzerine 1-2 mL alkol ilave edilmiştir. Ortalama 550-600°C'de ön yakma yapılmıştır. Daha sonra sıcaklık kademeli olarak arttırılarak 900°C'de kül fırınlarında beyaz kül oluşuncaya kadar yaklaşık 3-3,5 saat yakma işlemi uygulanmıştır. Kül fırınından çıkarılan numuneler desikatörde soğutularak tekrar tartımı yapılır (X_3). Son olarak denklem yarımıyla % kül hesaplanmıştır [47].

$$\% \text{ Kül} = ((X_3 - X_1)/(X_2 - X_1)) \times 100 \qquad (3.3)$$

X_1: Desikatörde soğutularak sabit tartıma getirilmiş boş kroze ağırlığı (g)
X_2 : Kroze + numune ağırlığı (g)
X_3 : Yakma işlemi sonucunda soğutulmuş Kroze kap + yanmış numune ağırlığı (g)

3.2.4.4 Çimlendirilmiş Tohum Unlarında Yağ Analizi

Çimlendirilmiş tohum unlarında toplam yağ miktarı soxhelet yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Analiz için 5 g numune filtre kağıdına tartılıp sarılarak soxhelet kartuşuna yerleştirilmiştir. Sabit tartıma getirilmiş balon ekstraksiyon tüpünün altına yerleştirilir (M_1). Hazırlanan numune bulunan kartuş cihaza (WiseTherm-Daihan, DH.WHM12293, G.Kore) yerleştirilerek çalıştırılmıştır. Örnekler çözücü olarak kullanılan hegzan ile yaklaşık 6-8 saat boyunca ekstrakte edilmiş ve

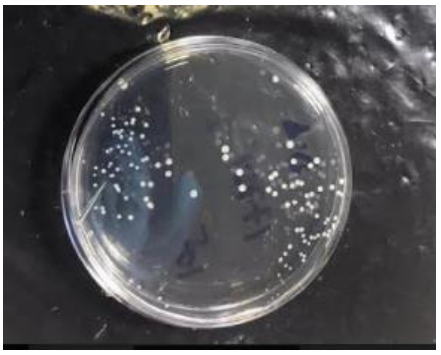
ekstraksiyon sonucunda hegzanın (çözücü) geri toplanabilmesi için numuneler döner evaporatöre (Heidolph, Almanya) yerleştirilmiştir. Hegzanın geri toplanması işlemi tamamlandıktan sonra numunenin bulunduğu cam balon etüve yerleştirilerek 105˚C'de 2 saat boyunca bekletilerek desikatöre alınıp sabit tartıma gelmesi beklenmiştir(M_2). Desikatörde soğutularak sabit tartıma getirilen numunedeki % yağ miktarı hesaplanmıştır [48].

$$\% \text{ Yağ} = ((M_2 - M_1) / m) \times 100 \quad (3.4)$$

M_1 = Sabit tartıma getirilmiş balonun ağırlığı (g)
M_2 =Balonda son tartımda bulunan toplam yağ miktarı (g)
m = Alınan örneğin ağırlığı (g)

3.2.4.5 Laktik Asit Bakteri Sayımı

Çimlendirilmiş tohum unlarında LAB sayımı için Man, Rogosa and Sharpe Agar (MRS, Merck, Almanya) kullanılmıştır. 10 g çimlendirilmiş tohum unu alınıp 90 mL peptonlu steril su ilave edilerek homojenize edilmiştir. Dilisyonlar (10^{-1}'den 10^{-8}'e kadar) hazırlanarak her bir dilisyondan 1 mL alınıp besiyerine dökme plak yöntemiyle ekimi yapılmıştır. Petriler 30-32°C'de 2 gün inkübasyonda bırakılarak ardından inkibasyon sonlandırılmış ve petrilerde sayım yapılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 LAB koloni gelişimi

3.2.4.6 Küf-Maya Sayımı

Maya sayımı için Malt Extract Agar (Merck, Almanya) kullanılmıştır. 10 g çimlendirilmiş tohum unu alınıp 90 ml peptonlu steril su ilave edilerek homojenize edildikten sonra 10^{-1}'den 10^{-8}'e kadar dilisyonlar hazırlanarak her bir dilisyondan 1 mL alınarak besiyerine dökme plak yöntemiyle ekimi yapılmıştır. Hazırlanan petriler 26-27°C'de 3-5 gün inkübasyona bırakılmıştır, inkübasyon sonunda petrilerde gelişen kolonilerin sayımı yapılmıştır (Şekil 3.9).

Küf sayımı için daha çok un, fındık, baharat ve tahıl gibi ürünlerde küf sayımı için kullanılan kserofil küf sayımını mümkün kılan DG-18 Agar besiyeri kullanılmıştır. DG-18 agar bileşimindeki kloramfenikol bakterilerin gelişimini baskılar, gliserol ise su aktivitesini a_w 0,99'dan a_w 0,95'e düşürerek kserofil küf sayımını mümkün kılar. Yayma plak yöntemiyle ekimi yapılarak 25°C'de 5 gün inkübasyona bırakılmış ve gelişen koloniler sayılmıştır.



Şekil 3.9 Maya koloni gelişimi

3.2.4.7 Çimlendirilmiş Tohum Unlarında Koliform Bakteri Sayımı

Koliform bakteri sayımı için Violet Red Bile Agar (VRBA) besiyeri ve ISO 4832 metodu kullanılmıştır. 10 g çimlendirilmiş tohum unu alınıp 90 mL peptonlu steril distile su içine ilave edilerek homojenize edilmiş,10^{-1}'den 10^{-8}'e kadar dilisyonlar hazırlanmıştır. Hazırlanan tüm dilisyon sıvılarından 1 ml alınarak dökme plak yöntemiyle ekim yapılmış ve 35-37°C'da 18-24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda oluşan koliform bakterilerin sayımı yapılmıştır (kırmızı zonlu 1-2 mm çapında koloniler). Gelişme varsa doğrulama amacıyla Brillant Red Bile Agar (BGBB) sıvı besi yeri Durham tüpü ile hazırlanır ve inkübasyona bırakılır. Durham tüpü laktozu fermente ederek gaz oluşuturursa teşhisi sağlanmaktadır [49]. İnkübasyon sonunda oluşan koliform bakterilerin gelişmesi ve bunu takiben gaz oluşumu izlenmiştir.

3.2.4.8 Çimlendirilmiş Tohum Unlarında Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayımı

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı için PCA (Merck 1.05463) besiyeri kullanılmıştır. 10 g çimlendirilmiş tohum 90 mL peptonlu su ile homojenize edilmiş, 10^{-1}'den 10^{-8} 'e kadar dilisyonlar hazırlanmış, her bir dilisyondan 1 mL alınarak PCA (Merck 1.05463) besiyerine ekim yapılmıştır. 35- 37°C'da 48 saat

inkübasyona bırakılan petrilerde inkübasyon sonunda oluşan koloniler sayılarak toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı belirlenmiştir.

3.2.5 Ekşi Hamurda ve Ekşi Hamurlu Ekmekte Yapılan Analizler

3.2.5.1 Ekşi Hamurda pH Tayini

Çimlendirilmiş tohum unlarından farklı oranlarda hazırlanan ekşi hamurun her birinde pH ölçümü yapılmıştır. Bunun için pH metre (Testo 205) kullanılmıştır. Her bir örneğin pH değeri pH metre elektrodunun hamura doğrudan batırılması ile ölçülmüştür (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Testo 205

3.2.5.2 Biyoaktif Özelliklerin Tespiti için Ekstrakt Hazırlanması

Her bir ekşi hamur örneğinden 5 g alınarak seyreltme faktörü 10 kat olacak şekilde 50 ml (%80'lik) metanol çözeltisi ile çözelti hazırlanarak 12 saat orbital shaker ile 125 rpm'de çalkalanarak hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltiler filtre kağıdı ile berrak çözelti elde edilerek süzülmüştür.

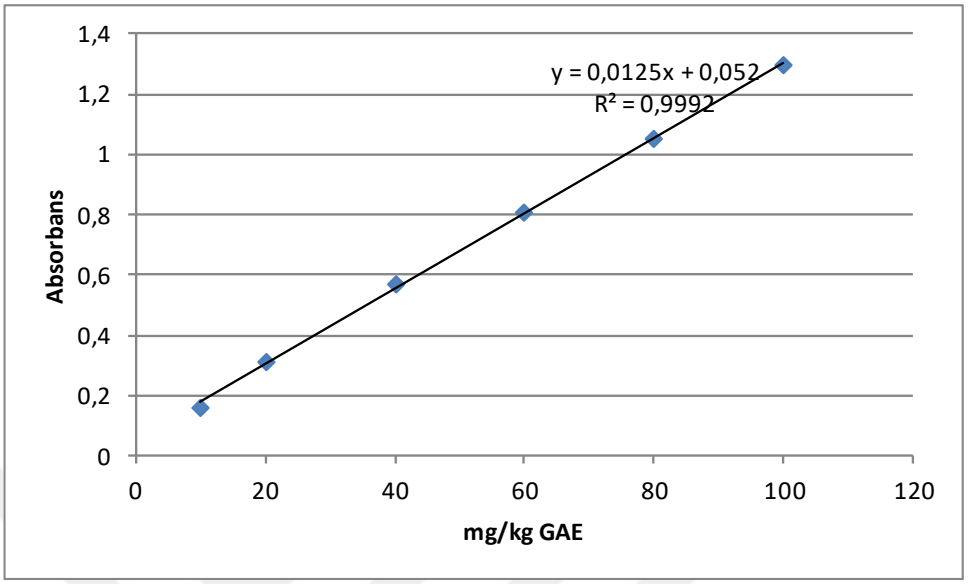
3.2.5.3 Toplam Fenolik Madde Tayini

Fenolik madde tayini için folin reaktifi kullanılmıştır. Uygun seytreltme uygulanan ekstraktlardan 0,25 ml alınıp üzerine 2,5 mL folin çözeltisi ve 2 mL $NaCO_3$ ilave edilerek numuneler hazırlanmıştır. 30 dk oda sıcaklığında ve karanlıkta bekletilmiştir. 760 nm'de spektrofotometrede (Shimadzu 1800, Japonya) okunmuştur.

$$TPC = [(A_s\text{-}0{,}0821) / 0{,}0111] \times n \qquad (3.5)$$

TPC : mg/L
A_s : Örneğin Absorbansı
n : Dilisyona ait seyreltme faktörü

Hesaplanan sonuçlar gallik asit eşdeğeri cinsinden hesaplanmıştır. Bu amaçla 12.5 μg-200 μg aralığında hazırlanan gallik asit standartları kullanılarak gallik asit standart kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 Gallik asit standart kalibrasyon eğrisi

3.2.5.4 Antioksidan Kapasite Tayini

DPPH yöntemiyle belirlenmiştir. Uygun seytreltme uygulanan ekstraktlardan 0,1 mL alınıp üzerine 4,9 mL DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Vortekslenen tüpler 20 dk oda sıcaklığında karanlıkta bekletilmiştir Spektrofotometre de 517'nm de 20 sn aralıkta okuması yapılmıştır. Spektrofotmetre de okunan değerler %Abs olarak (3.7) denklemi kullanılarak hesaplanmıştır. En son çıkan sonuçlar trolox eşdeğeri cinsinden verilmiştir

$$\%Abs = [(A_k - A_s) / A_k] \times 100 \qquad (3.6)$$

A_k : Kontrolün Absorbansı
A_s : Örneğin Absorbansı
1mg trolox =0,0039μmol

3.2.5.5 Ekşi Hamurlu Ekmekte Hacim

Üretilen 7 farklı ekmeğin hacmi AACC Metot 10-05.01 [50] kolza tohumu yer değiştirme metoduna göre belirlenmiştir. Her bir çeşit ekmekten 2 paralel üretim yapılmış ve her bir ekmek için 2 ölçüm alınarak ortalamaları hesaplanmıştır.

Ekmeklerin ağırlıkları ölçülerek (g) Kolza tohumu yer değiştirmesine göre ölçülen hacimlere oranlanması ile spesifik hacim (mL/g) değerleri bulunmuştur.

$$V=V_1/M_1 \quad (3.7)$$

$V_=$ Spesifik Hacim (mL/g)
$V_1=$ Ekmek Hacmi(mL)
$M_1=$Ekmek Ağırlığı (g)

3.2.5.6 Ekşi Hamurlu Ekmekte Renk

Ekmeklerde renk ölçümü, renk ölçüm cihazı (CR-100 Konica Minolta, Japonya) kullanılarak, L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) renk değerleri belirlenmiştir. Ölçümler hem ekmek kabuğunda hem de ekmek içinde 3 farklı noktadan olacak şekilde ölçülmüştür. Her bir ekmek için iç ve kabuk olacak şekilde 3 ölçüm sonucunun ortalamaları alınarak hesaplanmıştır [51].

3.2.5.7 Duyusal Analiz

Duyusal analiz için kabuk ve ekmek içi rengi, gözenek yapısı, tat, koku, çiğnenebilirlik ve genel kabul olarak değerlendirilerek yapılmıştır. Toplam 12 panelist örnekleri 1 (çok kötü)- 7 (çok mükemmel) skala aralığında değerlendirilmiştir [51].

3.2.5.8 İstatistiksel Analiz

Elde edilen sonuçların istatistiksel analizinde MiniTab 16 programı kullanılarak tek yönlü Anova uygulanmış ve gruplar arasındaki önemli farkları $\alpha=0,05$ düzeyinde Tukey testi ile bildirilmiştir. Tüm analizler 2 paralel olarak yapılmıştır.

4
ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Çimlendirilmiş Tohum Filizi Unlarının Özellikleri

Bu çalışmada kullanılan tohumların filizlendirilmesi ile elde edilen çimlendirilmiş tohum unlarının fizikokimyasal belirlenerek Tablo 4.1 de, mikrobiyolojik özellikleri ise Tablo 4.2 de verilmiştir.

Tablo 4.1 Çimlendirilmiş Tohum Filizi Unlarının Fizikokimyasal özellikleri

	Çimlendirilmiş Buğday Filizi Unu	Çimlendirilmiş Turp Filizi Unu
Nem (%)	10,5	6,29
Kül (%)	1,62	5,02
Asitlik (%)	0,1	18,0
Protein Oranı (%)	13,9	26,1
Toplam Yağ Oranı (%)	2,1	34,9
pH	6,2	5,6
Antioksidan kapasite (μmol/Kg)	6,35±0,08	32,74±0,20
Fenolik madde miktarı (mg/kg GAE)	1090,4±0,4	11792±0,24

Tablo 4.1'de görüldüğü gibi çimlendirilmiş buğday filizi ununun nemi %10,5, kül miktarı kuru maddede %1,62, toplam asitlik (sülfürik asit cinsinden) %0,1, protein oranı %13,9, toplam yağ oranı %2,1, nişasta oranı %46,6, pH ise 6,2 olarak belirlenmiştir. Çimlendirilmiş turp filizi ununun nemi %6,29, kül miktarı kuru maddede %5,02, asitlik %18,0, protein oranı %26,1, toplam yağ oranı %34,9, pH ise 5,6 olarak tespit edilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliğine (Tebliğ No: 2013/9) göre ekmeklik buğday ununun nem değeri en çok %14,5 olmalıdır [27]. Çimlendirilmiş tohum unlarının nem oranlarının uygun olduğu görülmüştür. Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliğine (Tebliğ No: 2013/9) göre ekmeklik buğday unun protein değeri en az %10,5 ve kül oranını 0,7<%Kül≤ 0,8 olmalıdır [27] ve bu çalışmada kullanılan

unun protein değeri TGK' ne uygunken kül oranlarının olması gerekenden yüksek olduğu görülmüştür. Elde edilen çimlendirilmiş turp ve buğday unlarının TGK Buğday Unu Tebliğine ile karşılaştırıldığında kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir. Çimlendirilmiş turp filizi unun antioksidan kapasitesi $32,74 \pm 0,20$ μmol/Kg, fenolik madde miktarı $11,792 \pm 0,24$ mg/kg GAE, buğday filizi unun antioksidan kapasitesi $6,35 \pm 0,08$ μmol/kg, fenolik madde miktarı $1090,4 \pm 0,4$ mg/kg GAE olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda turp filizi unun antioksidan kapasite ve fenolik madde oranının buğday filizi ununa göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.2 Çimlendirilmiş Tohum Filizi Unlarının Mikrobiyolojik özellikleri

	Çimlendirilmiş Buğday Filizi Unu	Çimlendirilmiş Turp Filizi Unu
Koliform Bakteri Sayısı	3,4 x 10^3 kob/g	2.5 x 10^3 kob/g
Küf – Maya Sayısı	1,2 x 10^4 kob/g	4,0 x 10^4 kob/g
Aerobik Koloni Sayısı	4,5 x 10^4 kob/g	1,4 x 10^4 kob/g
Laktik Asit Bakteri Sayısı	<10 kob/g	<10 kob/g

Tablo 4.2'de görülebileceği gibi çimlendirilmiş buğday filizi ununun koliform bakteri sayısı 3,4 x 10^3 kob/g, küf-maya sayısı 1,2 x 10^4 kob/g, aerobik koloni sayısı 4,5 x 10^4 kob/g, laktik asit bakteri sayısı <10 kob/g olarak belirlenmiştir. Çimlendirilmiş turp filizi ununun koliform bakteri sayısı 2.5 x 10^3 kob/g, küf-maya sayısı 4,0 x 10^4 kob/g, aerobik koloni sayısı 1,4 x 10^4 kob/g, laktik asit bakteri sayısı <10 kob/g olarak belirlenmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği EK-1 Gıda Güvenliği Kriterlerine (Tebliğ No: 28157) göre tahıl unları, soya unları ve diğer unlar (1.6.1) için koliform bakteri 10^3-10^4 kob/g, küf 10^4-10^5 kob/g olmalıdır [52]. Elde edilen çimlendirilmiş turp ve buğday unlarının TGK Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği ile karşılaştırıldığında kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir.

4.2 Çimlendirilmiş Tohum Filizi Unları ile Elde Edilen Ekşi Hamur Örneklerinin Bazı Mikrobiyolojik ve Fiziko-kimyasal Özellikleri

Çalışmanın ilk aşamasında elde edilen çimlendirilmiş buğday ve turp unlarının Tip I ekşi hamura (%0, %5, %15 ve %25) oranında katılarak toplamda elde edilen 7 çeşit ekşi hamura ait bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenerek Tablo 4.3 de verilmiştir.

Tablo 4.3 Ekşi Hamur Örneklerinin Bazı Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özellikleri

Ekşi Hamur	pH	Maya (kob/g)	LAB (kob/g)
Kontrol (%0)	$3,6 \pm 0,028^{CDb}$	$7,7x10^{7} \pm 0,0153^{Bb}$	$1,3x10^{9} \pm 0,151^{Ba}$
25%ÇBU	$3,73 \pm 0,014^{Ba}$	$1,2x10^{8} \pm 0,012^{Aa}$	$2,7x10^{8} \pm 0,0404^{Cb}$
15%ÇBU	$3,69 \pm 0,035^{BCab}$	$9,2x10^{7} \pm 0,021^{Bb}$	$1,8x10^{8} \pm 0,0378^{Cc}$
5%ÇBU	$3,6 \pm 0,0352^{BCDab}$	$1,2x10^{7} \pm 0,010^{Cc}$	$1,2x10^{8} \pm 0,156^{Cc}$
Kontrol (%0)	$3,6 \pm 0,028^{CDc}$	$7,7x10^{7} \pm 0,0153^{Ba}$	$1,3x10^{9} \pm 0,151^{Bb}$
25%ÇTU	$3,91 \pm 0,042^{Aa}$	$8,0x10^{4} \pm 0,006^{Cc}$	$3,2x10^{8} \pm 2,64^{Cc}$
15%ÇTU	$3,72 \pm 0,021^{BCb}$	$8,0x10^{5} \pm 0,0006^{Cc}$	$1,2x10^{9} \pm 0,057^{Bb}$
5%ÇTU	$3,55 \pm 0,035^{Dc}$	$3,0x10^{6} \pm 0,006^{Cb}$	$1,8x10^{9} \pm 0,152^{Aa}$

Aynı kolondaki büyük harfler farklı un örneklerinin arasındaki önemli farklılığı göstermektedir($p<0,05$). Aynı kolondaki farklı küçük harfler Kontrol numunesi ile çimlendirilmiş buğday ve turp filizi unu ilaveli örneklerin kendi aralarındaki önemli farklılığı göstermektedir($p<0,05$).
ÇBU: Çimlendirilmiş Tohum Filizi Unu, ÇTU: Çimlendirilmiş Turp Filizi Unu

Tablo 4.3'de görüldüğü gibi pH, çimlendirilmiş buğday unları için %25 oranında ilave edildiğinde 3,73±0,014, %15 oranında ilave edildiğinde 3,69±0,035, %5 oranında ilave edildiğinde ise 3,6±0,0352 olarak değiştiği görülmüştür. Çimlendirilmiş turp filizi unu için ise %25 oranında ilave edildiğinde 3,91±0,042, %15 oranında ilave edildiğinde 3,72±0,021, %5 oranında ilave edildiğinde ise 3,55±0,035 olarak değiştiği görülmüştür. Tip I ekşi hamurun kontrol örneğinin (%0) ise pH'sı 3,6±0,028 olarak belirlenmiştir. Çimlendirilmiş tahıl unu miktarı arttıkça pH'nın yükseldiği, çimlendirilmiş turp filizi unun ilavesinin çimlendirilmiş buğday filizi unu ilavesine kıyasla pH'ı daha çok yükselttiği görülmüştür.

Çimlendirilmiş buğday filizi unu, turp filizi unu ve kontrol örnekleri birlikte karşılaştırıldığında pH en fazla %25 oranında ilave edilen çimlendirilmiş turp filizi unun arttırdığı, %5 oranında ilave edilen çimlendirilmiş unların ise kontrole yakın pH oranlarında olduğu görülmüştür. Ekşi hamurların pH sonuçlarının kontrol, çimlendirilmiş buğday ve çimlendirilmiş turp unlarının birlikte karşılaştırmaları ile kontrol -çimlendirilmiş buğday filizi unu ve kontrol -çimlendirilmiş turp filizi unu ilaveli ekşi hamurların karşılaştırılmaları arasında istatistiki açıdan farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Maya sayısı (kob/g) çimlendirilmiş buğday unları için %25 oranında ilave edildiğinde $1,2x10^{8}\pm0,012$, %15 ilave edildiğinde oranında $9,2x10^{7}\pm0,021$, %5 ilave edildiğinde ise $1,2x10^{7}\pm0,010$ olarak değiştiği görülmüştür. Çimlendirilmiş turp filizi unu için %25 oranında ilave edildiğinde $8,0x10^{4}\pm0,006$, %15 oranında ilave edildiğinde $8,0x10^{5}\pm0,0006$, %5 oranında ilave edildiğinde ise $3,0x10^{6}\pm0,006$ olarak değiştiği görülmüştür. Tip I ekşi hamurun kontrol örneğinin (%0) ise maya sayısı $7,7x10^{7}\pm0,0153$ olarak belirlenmiştir. Çimlendirilmiş buğday filizi unu, turp filizi unu ve kontrol örnekleri birlikte karşılaştırıldığında maya sayısı en fazla %25 oranında ilave edilen çimlendirilmiş buğday filizi unun arttırdığı, çimlendirilmiş buğday unlarında kontrole yakın oranda maya gelişiminin olduğu görülmüştür. Ekşi hamurlarda maya gelişim sonuçlarının kontrol, çimlendirilmiş buğday ve çimlendirilmiş turp unlarının birlikte karşılaştırmaları arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$) Kontrol -çimlendirilmiş buğday filizi unu ve kontrol -çimlendirilmiş turp filizi unu ilaveli ekşi hamurların karşılaştırılmalarında da istatistiki açıdan farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Laktik asit bakteri (LAB) sayısı (kob/g) çimlendirilmiş buğday unları için %25 oranında $2,7x10^{8}\pm0,0404$, %15 oranında $1,8x10^{8}\pm0,0378$, %5 oranında katıldığında ise $1,2x10^{8}\pm0,156$ olarak değiştiği görülmüştür. Çimlendirilmiş turp filizi unu için %25 oranında $3,2x10^{8}\pm2,64$, %15 oranında $1,2x10^{9}\pm0,057$, %5 oranında katıldığında ise $1,8x10^{9}\pm0,152$ olarak değiştiği görülmüştür. Tip I ekşi hamurun kontrol örneğinin (%0) ise LAB sayısı $1,3x10^{9}\pm0,151$ olarak belirlenmiştir. Çimlendirilmiş buğday filizi unu, turp filizi unu ve kontrol örnekleri birlikte karşılaştırıldığında LAB sayısı en fazla %5 oranında ilave edilen

çimlendirilmiş turp filizi unun arttırdığı görülmüştür. Ekşi hamurlarda LAB gelişim sonuçlarının kontrol, çimlendirilmiş buğday ve çimlendirilmiş turp unlarının birlikte karşılaştırmaları arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$) Kontrol -çimlendirilmiş buğday filizi unu ve kontrol -çimlendirilmiş turp filizi unu ilaveli ekşi hamurların karşılaştırılmalarında da istatistiki açıdan farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

4.3 Çimlendirilmiş Tohum Filizi Unları ile Elde Edilen Ekşi Hamur Örneklerinin Antioksidan ve Fenolik Madde Özellikleri

Çalışmanın ikinci aşamasında elde edilen çimlendirilmiş buğday ve turp unlarının Tip I ekşi hamura (%0, %, %15 ve %25) oranında katılarak toplamda elde edilen 7 çeşit ekşi hamura ait bazı antioksidan ve fenolik madde özellikleri Tablo 4.4 de verilmiştir.

Tablo 4.4 Ekşi Hamur Örneklerinin Antioksidan ve Fenolik Madde Özellikleri

Ekşi Hamur	Antioksidan kapasite(μmol/Kg)	Fenolik Madde (mg/kg GAE)
Kontrol (%0)	$1,38\pm0,010^{Eb}$	$376,0\pm1,60^{Db}$
25%ÇBU	$2,33\pm0,023^{Da}$	$570,4\pm2,08^{Ca}$
15%ÇBU	$2,27\pm0,029^{Da}$	$383,2\pm1,20^{Db}$
5%ÇBU	$1,43\pm0,020^{Eb}$	$378,8\pm1,08^{Db}$
Kontrol (%0)	$1,38\pm0,010^{Ed}$	$376,0\pm1,60^{Dc}$
25%ÇTU	$23,72\pm0,019^{Aa}$	$1208,0\pm0,16^{Aa}$
15%ÇTU	$21,38\pm0,059^{Bb}$	$740,0\pm0,24^{Bb}$
5%ÇTU	$19,64\pm0,039^{Cc}$	$682,0\pm0,76^{Bb}$

Aynı kolondaki büyük harfler farklı un örneklerinin arasındaki önemli farklılığı göstermektedir($p<0,05$). Aynı kolondaki farklı küçük harfler Kontrol numunesi ile çimlendirilmiş buğday ve turp filizi unu ilaveli örneklerin kendi aralarındaki önemli farklılığı göstermektedir($p<0,05$).
ÇBU: Çimlendirilmiş Tohum Filizi Unu, ÇTU: Çimlendirilmiş Turp Filizi Unu

Tablo 4.4'de görüldüğü gibi çimlendirilmiş buğday unları için antioksidan kapasiteleri (μmol/Kg) %25 oranında ilave edildiğinde $2,33\pm0,023$, %15 oranında ilave edildiğinde $2,27\pm0,029$, %5 oranında ilave edildiğinde ise $1,43\pm0,020$ olarak değiştiği görülmüştür. Çimlendirilmiş turp filizi unu için

antioksidan kapasiteleri (μmol/Kg) %25 oranında ilave edildiğinde 23,72±0,019, %15 oranında ilave edildiğinde 21,38±0,059, %5 oranında ilave edildiğinde ise 19,64±0,039 olarak değiştiği görülmüştür. Tip I ekşi hamurun kontrol örneğinin (%0) ise antioksidan kapasiteleri (μmol/Kg) 1,38±0,010 olarak belirlenmiştir. Çimlendirilmiş turp filizi unu miktarı arttıkça antioksidan kapasiteleri istatistiki açıdan anlamlı ölçüde yükseldiği görülmüştür ($p<0,05$). Kontrol-çimlendirilmiş turp ve çimlendirilmiş buğday filizi unu ilaveli ekşi hamurlar birlikte kıyaslandığında sonuçların anlamlı ölçüde farklı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Kontrol ile çimlendirilmiş turp filizi unu karşılaştırıldığında turp filizi unu ilavesinin arttıkça kontrole göre antioksidan kapasitenin arttığı, kontrol -çimlendirilmiş buğday filizi unu karşılaştırılmasında ise %25 ve %15 ilavenin kontrole göre antioksidan kapasiteyi arttırdığı, %5 oranında çimlendirilmiş buğday filizi unu ilavesinin ise anlamlı bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir($p<0,05$).

Fenolik madde miktarı (mg/kg GAE) çimlendirilmiş buğday unları için %25 oranında ilave edildiğinde 570,4±2,08, %15 oranında ilave edildiğinde 383,2±1,20, %5 oranında ilave edildiğinde ise 378,8±1,08 olarak değiştiği görülmüştür. Çimlendirilmiş turp filizi unu için fenolik madde miktarı (mg/kg GAE) %25 oranında ilave edildiğinde 1208,0±0,16, %15 oranında ilave edildiğinde 740,0±0,24, %5 oranında ilave edildiğinde ise 682,0±0,76 olarak değiştiği görülmüştür. Tip I ekşi hamurun kontrol örneğinin (%0) ise fenolik madde miktarı (mg/kg GAE) 376,0±1,60 olarak belirlenmiştir. Çimlendirilmiş turp filizi unu miktarı arttıkça fenolik madde miktarı istatistiki açıdan anlamlı ölçüde yükseldiği görülmüştür ($p<0,05$). Kontrol-çimlendirilmiş turp ve çimlendirilmiş buğday filizi unu ilaveli ekşi hamurlar birlikte kıyaslandığında sonuçların anlamlı ölçüde farklı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Kontrol ile çimlendirilmiş turp filizi unu karşılaştırıldığında, turp filizi unu ilavesinin arttıkça kontrole göre fenolik madde miktarının arttığı, kontrol -çimlendirilmiş buğday filizi unu karşılaştırılmasında ise %25 ilavenin kontrole göre fenolik madde miktarını arttırdığı ($p<0,05$), %15 ve %5 oranında çimlendirilmiş buğday filizi unu ilavesinin ise anlamlı bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir($p>0,05$).

4.4 Ekmek Örneklerinin Bazı Fizikokimyasal ve Biyoaktif Özellikleri

Çalışmanın üçüncü aşamasında üretilen ekmeklere ait fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenerek Tablo 4.5 de verilmiştir.

Tablo 4.5 Ekmek Örneklerinin Bazı Fizikokimyasal ve Biyoaktif özellikleri

Ekmek Numuneleri	Nem (%)	Antioksidan kapasite (μmol/kg)	Fenolik Madde (mg/kg GAE)	Spesifik hacim
Kontrol (%0)	$37,5\pm0,026^{Aa}$	$6,183\pm0,049^{Ec}$	$424,8\pm1,28^{Dc}$	$2,673\pm0,154^{A}_{a}$
25%ÇBU	$38,7\pm0,003^{Aa}$	$6,973\pm0,039^{Ca}$	$586\pm0,28^{Da}$	$2,64\pm0,005^{Aa}$
15%ÇBU	$36,4\pm0,001^{Aa}$	$6,661\pm0,020^{Db}$	$570,8\pm0,36^{Da}$	$2,378\pm0,005^{B}_{Ca}$
5%ÇBU	$37,4\pm0,013^{Aa}$	$6,456\pm0,029^{Db}$	$476,4\pm0,76^{Db}$	$2,641\pm0,011^{A}_{a}$
Kontrol (%0)	$37,5\pm0,026^{Aa}$	$6,183\pm0,049^{Ec}$	$424,8\pm1,28^{Dd}$	$2,673\pm0,154^{A}_{a}$
25%ÇTU	$36,4\pm0,010^{Aa}$	$12,328\pm0,059_{Aa}$	$4280\pm0,8^{Aa}$	$2,173\pm0,001^{C}_{b}$
15%ÇTU	$38,3\pm0,007^{Aa}$	$11,957\pm0,039_{Bb}$	$1700\pm0,52^{Bb}$	$2,375\pm0,031^{B}_{Cb}$
5%ÇTU	$36,9\pm0,012^{Aa}$	$11,743\pm0,058_{Bb}$	$896\pm0,16^{Cc}$	$2,601\pm0,068^{A}_{ba}$

Aynı kolondaki büyük harfler farklı un örneklerinin arasındaki önemli farklılığı göstermektedir($p<0,05$). Aynı kolondaki farklı küçük harfler Kontrol numunesi ile çimlendirilmiş buğday ve turp filizi unu ilaveli örneklerin kendi aralarındaki önemli farklılığı göstermektedir($p<0,05$). Aynı büyük harf ve küçük harfler ise istatistiki açıdan önemli bir fark olmadığını göstermektedir.
ÇBU: Çimlendirilmiş Tohum Filizi Unu, ÇTU: Çimlendirilmiş Turp Filizi Unu

Tablo 4.5'de görüldüğü gibi nem içeriği çimlendirilmiş buğday filizi unu için sırasıyla (%25-%15 ve%5) 38,7%±0,003, 36,4%±0,001 ve 37,4%±0,013, çimlendirilmiş turp filizi unu için sırasıyla (%25-%15 ve%5) 36,4%±0,010, 38,3%±0,007 ve 36,9%±0,012 olarak belirlenmiştir. Kontrol örneği için (%0) ise nem içeriği 37,5%±0,026 olarak belirlenmiştir. Nem içeriğinin ekmeklerde un çeşidine ve miktarına bağlı olarak istatistiki anlamda önemli ölçüde etkilenmediği görülmüştür ($p>0,05$).

Ekmeklerin antioksidan kapasite (μmol/Kg) çimlendirilmiş buğday filizi unu ilaveliler için %25 oranında 6,973±0,039, %15 oranında 6,661±0,020, %5 oranında katıldığında ise 6,456±0,029 olarak değiştiği görülmüştür.

Çimlendirilmiş turp filizi unu için antioksidan kapasiteleri (μmol/Kg) %25 oranında 12,328±0,059, %15 oranında 11,957±0,039, %5 oranında katıldığında ise 11,743±0,058 olarak değiştiği görülmüştür. Tip I ekşi hamurun kontrol örneğinin (%0) ise antioksidan kapasiteleri (μmol/Kg) 6,183±0,049 olarak belirlenmiştir. Çimlendirilmiş turp un ilaveli ekmeklerin en fazla antioksidan kapasiteye sahip ekmekler olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Kontrol-çimlendirilmiş turp ve çimlendirilmiş buğday filizi unu ilaveli ekşi hamurlar birlikte kıyaslandığında sonuçların anlamlı ölçüde farklı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Kontrol ile çimlendirilmiş turp filizi unu ve kontrol ile çimlendirilmiş buğday filizi unu ilaveli ekmekler kendi içlerinde karşılaştırıldığında kontrole göre antioksidan kapasitede miktara bağlı olarak istatistiki açıdan anlamlı bir artış olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

Fenolik madde miktarı (mg/kg GAE) çimlendirilmiş buğday unları için %25 oranında 586±0,28, %15 oranında 570,8±0,36, %5 oranında katıldığında ise 476,4±0,76 olarak değiştiği görülmüştür. Çimlendirilmiş turp filizi unu için fenolik madde miktarı (mg/kg GAE) %25 oranında 4280±0,8, %15 oranında 1700±0,52, %5 oranında katıldığında ise 896±0,16 olarak değiştiği görülmüştür. Tip I ekşi hamurun kontrol örneğinin (%0) ise fenolik madde miktarı (mg/kg GAE) 424,8±1,28 olarak belirlenmiştir. Çimlendirilmiş turp filizi unu miktarı arttıkça fenolik madde miktarı istatistiki açıdan anlamlı ölçüde yükseldiği görülmüştür ($p<0,05$). Kontrol-çimlendirilmiş turp ve çimlendirilmiş buğday filizi unu ilaveli ekşi hamurlar birlikte kıyaslandığında sonuçların anlamlı ölçüde farklı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Kontrol ile çimlendirilmiş turp filizi unu karşılaştırıldığında turp filizi unu ilavesinin arttıkça kontrole göre fenolik madde kapasitesinin arttığı, kontrol -çimlendirilmiş buğday filizi unu karşılaştırılmasında ise %25 ve %15 ilavenin kontrole göre fenolik madde miktarı daha fazla arttırdığı ($p<0,05$), %5 oranında çimlendirilmiş buğday filizi unu ilavesinin ise anlamlı bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir($p>0,05$).

Son olarak Tablo 4.5 e göre spesifik hacimlere bakıldığında çimlendirilmiş buğday filizi unu için sırasıyla (%25-%15 ve%5) 2,64±0,005, 2,378±0,005 ve 2,641±0,011, çimlendirilmiş turp filizi unu için sırasıyla (%25-%15 ve%5 2,173±0,001, 2,375±0,031 ve 2,601±0,068 olarak belirlenmiştir. Kontrol örneği

için (%0) ise nem içeriği 2,673±0,154 olarak belirlenmiştir. Spesifik hacmin ekmeklerde çimlendirilmiş buğday filizi unu ve ilave oranının artması ile istatistiki açıdan anlamlı bir fark oluşturmazken ($p>0,05$), çimlendirilmiş turp filizi unu ve miktarına bağlı olarak istatistiki anlamda önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir ($p<0,05$).

4.5 Ekmek Örneklerinin Renk Özellikleri

Çalışmanın üçüncü aşamasında üretilen ekmeklere ait renk özellikleri belirlenerek Tablo 4.6'de verilmiştir.

Tablo 4.6'e de verilen ekmek kabuk rengi özelliklerine bakıldığında L* değeri en yüksek olan %25 çimlendirilmiş turp ilaveli ekmek iken, kontrol (%0) ve çimlendirilmiş turp filizi unu ilaveli ekmeklerin kabuk L* değerleri arasında istatistik açıdan önemli bir fark olmazken ($p>0,05$), çimlendirilmiş buğday ilaveli ekmeklerin L* değerinin daha az olduğu ve fark olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Ekmek kabuk renginde a* değeri en yüksek olan %5 çimlendirilmiş buğday filizi unu ilaveli ekmek olmuştur. Ancak yapılan hesaplamalarda çimlendirilmiş buğday filizi unu ilavesinin kontrol ekmeği ile arasında a* değerinde istatistiki açıdan önemli bir fark olmadığı($p>0,05$), çimlendirilmiş turp filizi unun ise hem una hem de miktarına bağlı olarak a* değerini kontrol örneklerine göre azalttığı ve aradaki bu farkın istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir($p<0,05$).

Ekmek kabuk renginde b* değerine bakıldığında kontrol ekmeği (%0) ile çimlendirilmiş buğday filizi unu ilave edilen ekmeklerde istatistiki açıdan anlamlı bir fark olmadığı ve birbirlerine çok yakın renkte oldukları tespit edilmiştir($p>0,05$). Çimlendirilmiş turp filizi unu ilavesinin ise miktarının b* değerinde önemli bir fark oluşturmadığı ancak kontrol ekmeğine (%0) göre aralarında anlamlı bir fark olduğu ve b* değerinin turp unlu ekmeklerde daha düşük olduğu görülmüştür($p<0,05$).

Tablo 4.5'e de verilen ekmek iç rengi özellikleri incelendiğinde L* değeri en yüksek olan %25 çimlendirilmiş turp ilaveli ekmek olduğu ve L* değerinin 61,31±4,0 olduğu görülmüştür. Kontrol (%0), diğer oranlarda çimlendirilmiş turp filizi unu ilaveli ekmekler (%15 ve %5) ile çimlendirilmiş buğday un ekmeklerin (%25-%15 ve %5) ekmek iç rengi L* değerleri arasında istatistik açıdan önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Ekmek iç renginde a* değeri en yüksek olan %25 çimlendirilmiş buğday filizi unu ilaveli ekmek olmuştur. Kontrol (%0), diğer oranlarda çimlendirilmiş turp filizi unu ilaveli ekmekler (%15 ve %5) ile çimlendirilmiş buğday un ekmeklerin (%25-%15 ve %5) ekmek iç rengi L* değerleri arasında istatistik açıdan önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Ekmek kabuk renginde b* değerine bakıldığında en yüksek olan %25 çimlendirilmiş turp filizi unu ilaveli ekmek olduğu, %15 ve %5 turp filizi unu ilaveli ekmeğin b* değerlerinin kendi aralarında istatistiki açıdan anlamlı bir fark oluşturmazken kontrol ekmeğine göre daha yüksek b* değerine sahip olduğu görülmüştür. Çimlendirilmiş buğday filizi unu ilavesinin %15 ve %5 oranlarında katılmasının kontrol ekmeği (%) ile kıyaslandığında b* değerinde anlamlı bir fark oluşturmazken($p>0,05$), %25 çimlendirilmiş buğday filizi unu ilaveli ekmekte b* değerinin tüm ekmekler içinde en düşük olduğu ve bu farkın istatistiki açıdan anlamlı olduğu sonucuna varılmaktadır($p<0,05$).

Tablo 4.6 Ekmek Örneklerinin Renk Özellikleri

Ekmek Numuneleri	Ekmek Kabuk Rengi			Ekmek İç Rengi		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Kontrol (%0)	$59,09\pm2,18^{Aa}$	$6,50\pm1,60^{Aa}$	$33,47\pm0,22^{Aa}$	$68,95\pm2,06^{Aa}$	$-4,66\pm0,14^{Bb}$	$15,28\pm0,20^{BCa}$
25%ÇBU	$56,80\pm1,99^{Bab}$	$7,40\pm1,30^{Aa}$	$33,35\pm0,82^{Aa}$	$65,68\pm2,52^{Aa}$	$-4,10\pm0,08^{Ba}$	$13,71\pm0,50^{Cb}$
15%ÇBU	$57,24\pm0,44^{Bab}$	$7,00\pm1,20^{Aa}$	$34,23\pm0,76^{Aa}$	$66,58\pm1,84^{Aa}$	$-4,40\pm0,20^{Bab}$	$14,78\pm028^{BCa}$
5%ÇBU	$54,75\pm1,38^{Bb}$	$9,50\pm0,60^{Aa}$	$33,77\pm0,45^{Aa}$	$69,40\pm2,95^{Aa}$	$-4,46\pm0,30^{Bab}$	$15,64\pm0,34^{BCa}$
Kontrol (%0)	$59,09\pm2,18^{Aa}$	$6,50\pm1,60^{Aa}$	$33,47\pm0,22^{Aa}$	$68,95\pm2,06^{Ab}$	$-4,66\pm0,14^{Bb}$	$15,28\pm0,20^{BCb}$
25%ÇTU	$64,26\pm2,98^{Aa}$	$-1,24\pm0,52^{Bc}$	$29,17\pm0,85^{Ba}$	$61,31\pm4,03^{Bb}$	$-3,17\pm0,47^{Aa}$	$18,37\pm1,70^{Aa}$
15%ÇTU	$64,00\pm4,05^{Aa}$	$2,10\pm1,60^{Bbc}$	$30,20\pm3,29^{ABa}$	$72,52\pm2,71^{Aa}$	$-4,30\pm0,16^{Bb}$	$16,20\pm0,25^{Bab}$
5%ÇTU	$58,60\pm1,60^{Aa}$	$5,80\pm1,30^{Aab}$	$33,30\pm1,63^{ABa}$	$69,44\pm2,73^{Aa}$	$-4,48\pm0,09^{Bb}$	$16,07\pm0,08^{Bb}$

Aynı kolondaki büyük harfler farklı un örneklerinin arasındaki önemli farklılığı göstermektedir($p<0,05$). Aynı kolondaki farklı küçük harfler Kontrol numunesi ile çimlendirilmiş buğday ve turp filizi unu ilaveli örneklerin kendi aralarındaki önemli farklılığı göstermektedir($p<0,05$). Aynı büyük harf ve küçük harfler ise istatistiki açıdan önemli bir fark olmadığını göstermektedir.

ÇBU: Çimlendirilmiş Tohum Filizi Unu, ÇTU: Çimlendirilmiş Turp Filizi Unu

L* :parlaklık, a* kırmızı-yeşil, b* sarı-mavi

4.6 Ekmek Örneklerinin Sertlik Özellikleri

Çalışmanın üçüncü aşamasında üretilen ekmeklere ait sertlik özellikleri belirlenerek Tablo 4.7 de verilmiştir.

Tablo 4.7 Ekmek Örneklerinin Sertlik Özellikleri

	Ekmek Kabuk Sertlik (g)	Ekmek İç Sertlik (g)
Kontrol (%0)	4.726,70±18,13^{Da}	1.756,74±4,97^{Da}
25%ÇBU	4.714,39±5,29^{Da}	1.757,78±3,00^{Da}
15%ÇBU	4.712,43±4,16^{Da}	1.747,12±2,45^{Da}
5%ÇBU	4.721,42±10,10^{Da}	1.745,93±2,68^{Da}
Kontrol (%0)	4.726,70±18,13^{Da}	1.756,74±4,97^{Da}
25%ÇTU	5.907,87±13,59^{Aa}	2.871,29±15,69^{Aa}
15%ÇTU	5.780,23±10,77^{Ba}	2.684,90±17,70^{Ba}
5%ÇTU	5.313,99±19,01^{Ca}	2.379,16±10,29^{Ca}

Aynı kolondaki büyük harfler farklı un örneklerinin arasındaki önemli farklılığı göstermektedir($p<0,05$). Aynı kolondaki farklı küçük harfler Kontrol numunesi ile çimlendirilmiş buğday ve turp filizi unu ilaveli örneklerin kendi aralarındaki önemli farklılığı göstermektedir($p<0,05$). Aynı büyük harf ve küçük harfler ise istatistiki açıdan önemli bir fark olmadığını göstermektedir.
ÇBU: Çimlendirilmiş Tohum Filizi Unu, ÇTU: Çimlendirilmiş Turp Filizi Unu

Tablo 4.7 ye göre verilen ekmek kabuk sertlikleri incelendiğinde çimlendirilmiş buğday unları için %25 oranında 4.714,39±5,29 g, %15 oranında 4.712,43±4,16 g, %5 oranında katıldığında ise 4.721,42±10,10 g olarak değiştiği görülmüştür. Çimlendirilmiş turp unları için %25 oranında 5.907,87±13,59 g, %15 oranında 5.780,23±10,77 g, %5 oranında katıldığında ise 5.313,99±19,01 g olarak değiştiği görülmüştür. Kontrol ekmeğinin (%0) ise 4.726,7±18,13 ise olduğu görülmüştür. Kabuk sertliği en yüksek olan ekmek %25 çimlendirilmiş turp filizi unu ilaveli ekmek olurken bu sırayı 15% ve % 5 çimlendirilmiş turp filizi unu ilaveli ekmeklerin takip ettiği ve kontrol ekmeklerine göre daha sert ekmekler olduğu görülmüştür , bu fark istatistiki açıdan anlamlı bir farktır($p<0,05$).Kontrol ekmekleri ile çimlendirilmiş buğday filizi unu ilaveli ekmekler karşılaştırıldığında buğday filizi unun ve ilave edilen miktarın ekmek kabuk sertliğinde istatistiki açıdan anlamlı bir farka yol açmadığı görülmüştür($p>0,05$).

Ekmek iç sertliğine bakıldığında çimlendirilmiş buğday unları için %25 oranında 1757,78±3,00 g, %15 oranında 1747,12±2,45 g, %5 oranında katıldığında ise 1745,93±2,68 g olarak değiştiği görülmüştür. Çimlendirilmiş turp unları için %25 oranında 2871,29±15,69 g, %15 oranında 2684,90±17,70 g, %5 oranında

katıldığında ise 2379,16±10,29 g olarak değiştiği görülmüştür. Kontrol ekmeğinin (%0) ise 4726,7±18,13 g ise olduğu görülmüştür. Kabuk içi sertliği en yüksek olan ekmek %25 çimlendirilmiş turp filizi unu ilaveli ekmek olurken bu sırayı 15% ve % 5 çimlendirilmiş turp filizi unu ilaveli ekmeklerin takip ettiği ve kontrol ekmeklerine göre daha sert ekmekler olduğu görülmüştür, bu fark istatistiki açıdan anlamlı bir farktır($p<0,05$).Kontrol ekmekleri ile çimlendirilmiş buğday filizi unu ilaveli ekmekler karşılaştırıldığında buğday filizi unun ve ilave edilen miktarın ekmek iç sertliğinde istatistiki açıdan anlamlı bir farka neden olmadığı tespit edilmiştir($p>0,05$).

Sonuç olarak hem ekmek kabuk sertliğinin hem ekmek iç sertliğinin çimlendirilmiş tahıl unu çeşidi ve miktarında ekmek ilavelerinde paralel sonuçlar ortaya çıkardığı, ekmek içi ve kabuk sertliğinin turp filizi unu ilaveli ekmeklerde kontrol ekmeğine göre artarken, çimlendirilmiş buğday filizi unu ve miktarının önemli bir farka yol açmadığı tespit edilmiştir.

4.7 Ekmek Örneklerinin Duyusal Özellikleri

Tablo 4.8'de ekmek örneklerine ait duyusal özellikler verilmiştir. 11 Farklı panelist tarafından ekmeklerin kabuk rengi, ekmek iç rengi, tat, koku, gözenek yapısı, çiğnenebilirlik ve genel beğeni açısından değerlendirmeleri yapılmıştır (Şekil 4.1 ve 4.2)

Ekmek kabuk rengi bakımından değerlendirildiğinde panelistler tarafından %5 çimlendirilmiş turp filizi unu ilaveli ekmek dışında tüm ekmekler birbirine yakın puanlanmıştır. Sadece %5 çimlendirilmiş turp filizi unu ilaveli ekmek kabuk rengi daha açık bulunmuş ve diğer ekmeklere göre değerlendirmede aralarında istatistiki açıdan anlamlı bir fark olduğu görülmüştür($p>0,05$).

Ekmek iç rengi en çok beğenilen ekmekler kontrol ekmeği olup peşi sıra panelistler tarafından %15, %5 çimlendirilmiş buğday unlu ekmekler beğenilmiştir. %25 çimlendirilmiş buğday filizi unu ilaveli ekmekler bu grup içerisinde daha az beğenilmiştir. En az beğenilen ekmek örnekleri ise turp filizi unu ilaveli ekmekler olmuştur. Turp filizi unu ilaveli ekmeklerin iç rengi mat ve daha koyu renkli olarak değerlendirilmiştir ($p<0,05$).

Ekmeklerin gözenek yapısı için panelist değerlendirmelerinde çimlendirilmiş buğday filizi unu ilaveli ekmeklerin gözenek yapısı ve kontrol ekmeğinin gözenek

yapısı arasında istatistiki bir fark olmamış ve en beğenilen ekmekler olmuştur($p>0,05$). Turp filizi unu ilaveli ekmeklerde ise % turp filizi unu miktarı arttıkça gözenek yapısı bozulduğu görülmüştür ($p<0,05$).

Ekmeklerin tat ve koku özellikleri değerlendirildiğinde çimlendirilmiş buğday filizi unu ilaveli ekmeklerin tat ve koku özellikleri kontrol ekmeği ile arasında istatistiki bir fark oluşturmamış ve en beğenilen ekmekler olmuştur($p>0,05$). Turp filizi unu ilaveli ekmeklerde ise % turp filizi unu miktarı arttıkça tat ve kokunun beğenilirliği azalmış olup, turp filizi unu ilaveli ekmeklerin tat ve koku olarak en beğenileni %5 oranında ilave edilen ekmek örnekleri olmuştur ($p<0,05$).

Ekmeklerin çiğnenebilirlik özellikleri panelistler tarafından değerlendirildiğinde en beğenilen ekmek kontrol ekmeği (%0) olmuştur. Kontrol ekmeğinden sonra en çok beğenilen ekmekler %5-%25 ve 15 çimlendirilmiş buğday filizi unu ilaveli ekmekler olmuştur. Çiğnenebilirlik kriterlerinde değerlendirilen ekmeklerden %25 ve %15 turp filizi unu ilaveli ekmekler en az beğenilirken, %5 turp filizi unu ilaveli ekmekler panelistler tarafından beğenilerek tüketime uygun bulunmuştur.

Son olarak ekmekler panelistlerin genel beğeni durumuna göre değerlendirildiğinde kontrol ekmeği (%0) ile çimlendirilmiş buğday filizi unu ilaveli ekmekler genel olarak panelistler tarafından beğenilerek, kabul görmüştür. Çimlendirilmiş %buğday filizi unun artışı ekmeklerin panelistler tarafından beğenilirliği olumsuz etkilemediği görülmüştür ($p>0,05$). Turp filizi unu ilaveli ekmeklerde ise % turp filizi unu arttıkça panelistlerin genel beğenisinin azaldığı, sadece %5 çimlendirilmiş turp filizi unu ilaveli ekmeğin panelistler tarafından daha çok beğenildiği ve tüketime uygun olduğu görülmüştür ($p<0,05$).



Şekil 4.1 Ekmek dış /kabuk görselleri



Şekil 4.2 Ekmek iç/ yapı görselleri



Şekil 4.2 Ekmek iç/ yapı görselleri(devamı)

Tablo 4.8 Ekmek Örneklerinin Duyusal Özellikleri

Ekmek Numuneleri	Kabuk Rengi	Ekmek İç Rengi	Gözenek Yapısı	Tat	Koku	Çiğnenebilirlik	Genel Beğeni
Kontrol (%0)	6,91±0,302^{Aa}	6,91±0,302^{Aa}	6,73±0,467^{Aa}	6,91±0,302 ^{Aa}	6,82±0,405 ^{Aa}	6,82±0,405 ^{Aa}	6,91±0,302 ^{Aa}
25%ÇBU	6,64±0,505^{Aa}	6,27±0,467^{Bb}	6,45±0,522 ^{Aa}	6,55±0,522 ^{Aa}	6,73±0,467 ^{Aa}	6,27±0,467ABbc	6,18±0,405Bb
15%ÇBU	6,82±0,4053^{Aa}	6,45±0,522^{ABab}	6,36±0,505 ^{Aa}	6,42±0,522 ^{Aa}	6,64±0,505 ^{Aa}	6,09±0,302Bc	6,18±0,405Bb
5%ÇBU	6,82±0,4053^{Aa}	6,82±0,405^{ABab}	6,82±0,405 ^{Aa}	6,82±0,405 ^{Aa}	6,82±0,405 ^{Aa}	6,64±0,505ABab	6,91±0,302 ^{Aa}
Kontrol (%0)	6,91±0,302^{Aa}	6,91±0,302^{Aa}	6,73±0,467 ^{Aa}	6,91±0,302 ^{Aa}	6,82±0,405 ^{Aa}	6,82±0,405 ^{Aa}	6,91±0,302 ^{Aa}
25%ÇTU	6,64±0,505^{Aa}	2,36±0,674^{Ed}	1,55±0,522^{Dd}	1,73±0,786^{Dd}	1,36±0,505^{Dd}	2,73±0,647^{Dc}	2,36±0,505^{Ed}
15%ÇTU	6,82±0,405^{Aa}	3,18±0,405^{Dc}	2,64±0,505^{Cc}	3,27±0,647^{Cc}	2,27±0,647^{Cc}	3,36±0,674^{Dc}	3,18±0,405^{Dc}
5%ÇTU	5,82±0,405^{Bb}	4,73±0,467^{Cb}	4,82±0,405^{Bb}	4,73±0,467^{Bb}	4,09±0,302^{Bb}	4,73±0,647^{Cb}	5,09±0,302^{Cb}

Aynı kolondaki büyük harfler farklı un örneklerinin arasındaki önemli farklılığı göstermektedir($p<0,05$). Aynı kolondaki farklı küçük harfler Kontrol numunesi ile çimlendirilmiş buğday ve turp filizi unu ilaveli örneklerin kendi aralarındaki önemli farklılığı göstermektedir($p<0,05$). Aynı büyük harf ve küçük harfler ise istatistiki açıdan önemli bir fark olmadığını göstermektedir.

ÇBU: Çimlendirilmiş Tohum Filizi Unu, ÇTU: Çimlendirilmiş Turp Filizi Unu

5
SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, çimlendirilmiş turp ve buğday tohumu unlarının ekşi hamur fermentasyonuna ve ekmek üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında çimlendirilmiş buğday ve turp tohumları filizlendirilerek tohum filizi unları elde edilmiştir. Elde edilen unların fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında elde edilen çimlendirilmiş buğday filizi unu ve turp filizi unu farklı (%0, %5, %15 ve %25 olmak üzere) oranlarda Tip I ekşi hamuruna ilave edilerek 7 farklı çeşit ekşi hamur elde edilmiştir. Elde edilen ekşi hamurların mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri belirlenmiştir. Ekşi hamur örneklerinin %0, %25, %15 ve %5 oranında katılan buğday filizi unu ve turp filizi unu ilaveli örneklerin pH değerleri sırasıyla 3,6, 3,73 ve 3,91, 3,69 ve 3,72, 3,6 ve 3,55 olarak bulunmuştur. Çimlendirme prosesi ile edilen tohum filizi unlarının Tip I ekşi hamur pH'sını %25 ve %15 oranlarında katıldığında anlamlı bir şekilde arttırdığı, pH üzerinde en büyük değişikliğin turp filizi unu ilaveli ekşi hamurlarda olduğu tespit edilmiştir. Maya sayısı %0, %25, %15 ve %5 oranında katılan buğday filizi unu ve turp filizi unu ilaveli ekşi hamur örnekleri için $1,2x10^8$ kob/g, $9,2x10^7$ ve $8,0x10^4$ kob/g, $7,7x10^7$ ve $8,0x10^5$ kob/g, $1,2x10^7$ ve $3,0x10^6$ kob/g olarak belirlenmiştir. Maya gelişiminin turp filizi unu ve turp filizi unu miktarının arttırılması ile ekşi hamurda azalmasına yol açtığı görülmüştür. Laktik asit bakteri sayısı %0, %25, %15 ve %5 oranında katılan buğday filizi unu ve turp filizi unu ilaveli ekşi hamur örnekleri için $1,3x10^8$ kob/g, $2,7x10^8$ ve $3,2x10^8$ kob/g, $1,8x10^8$ ve $1,2x10^9$ kob/g, $1,2x10^8$ ve $1,8x10^9$ kob/g olarak belirlenmiştir. Turp filizi unu ilavesinin LAB gelişimi üzerinde mayalardaki gibi gelişimi engelleyici bir etkisi olması beklenirken, LAB gelişime turp filizi unu ilavesinin gelişimi engelleyici yönde etkisi olmadığı ve çimlendirilmiş tohum filizi unlarının ilavesindeki artış ile birlikte LAB sayısında anlamlı bir artış olduğu tespit edilmiştir. Son olarak ekşi hamur örneklerinin antioksidan kapasitesi ve fenolik madde içerikleri

belirlenmiştir. Antioksidan kapasitesi %0, %25, %15 ve %5 oranında katılan buğday filizi unu ve turp filizi unu ilaveli ekşi hamur örnekleri için 1,38 μmol/kg, 2,34 ve 23,72 μmol/kg, 2,27 ve 21,38 μmol/kg, 1,43 ve 19,64 μmol/kg olarak belirlenmiştir. Çimlendirilmiş tahıl unu ilavesi ekşi hamur ekmeklerinin antioksidan kapasitelerini arttırmıştır. En fazla artış çimlendirilmiş turp filizi unu ilavesinde olmuş olup, ilave miktarı arttıkça antioksidan kapasiteyi arttırıcı yönde etki göstermiştir. Fenolik madde miktarı %0, %25, %15 ve %5 oranında katılan buğday filizi unu ve turp filizi unu ilaveli ekşi hamur örnekleri için 376,0 mg/kg GAE, 570,4 ve 1208,0 mg/kg GAE, 383,2 ve 740,0 mg/kg GAE, 378,8 ve 682,0 mg/kg GAE olarak belirlenmiştir. Çimlendirilmiş tahıl unu ilavesi ekşi hamur ekmeklerinin antioksidan kapasitelerinde olduğu gibi fenolik madde miktarında artışa sebep olmuştur. En fazla artış çimlendirilmiş turp filizi unu ilavesinde olmuş olup, ilave miktarı arttıkça fenolik madde miktarı arttırıcı yönde etki göstermiştir. Bu sonuç beklenen ve istenen bir sonuç olup çimlendirme prosesinin tahıllardaki fenolik madde ve antioksidan kapasiteyi arttırdığına yönelik çalışmaları da destekler nitelikte olduğu görülmüştür.

Çalışmanın üçüncü aşamasında çimlendirilmiş buğday ve turp filizi unu ilave edilerek elde edilen 7 çeşit ekşi hamur örneklerinden ekşi ekmek hamuruna mayanın %25 oranında ilave edilerek ekşi mayalı ekmekler üretilmiş ve çimlendirilmiş tohum filizi ilavesinin ekşi mayalı ekmekler üzerinde bazı teknolojik, fizikokimyasal ve duyusal özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. İlk olarak eşi hamurlu ekmeklerde nem içerikleri belirlenmiştir. Sırasıyla %0, %25, %15 ve %5 oranında katılan buğday filizi unu ve turp filizi unu ilaveli ekşi hamur örnekleri için %37,5, %38, ve %36,4, %36,4 ve %38,3, %36,4 ve %36,9 olarak belirlenmiştir. Sonuçlara göre Nem içeriğinin ekmeklerde un çeşidine ve miktarına bağlı olarak istatistiki anlamda önemli ölçüde etkilenmediği görülmüştür($p>0,05$). Ekmeklerin antioksidan kapasiteleri %0, %25, %15 ve %5 oranında katılan buğday filizi unu ve turp filizi unu ilaveli ekşi hamur örnekleri için 6,18 μmol/kg, 6,97 ve 12,33 μmol/kg, 6,66 ve 11,96 μmol/kg, 6,46 ve 11,74 μmol/kg olarak belirlenmiştir. Antioksidan kapasite çimlendirilmiş tohum filizi unlarının ilavesinde ekmeklerde artışa neden olduğu görülmüştür. Ekşi hamur örneklerinde olduğu gibi antioksidan kapasitedeki en fazla artış çimlendirilmiş

turp filizi ununda ve turp filizi unundaki miktarın artışına bağlı olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir. Fenolik madde miktarı %0, %25, %15 ve %5 oranında katılan buğday filizi unu ve turp filizi unu ilaveli ekşi hamur örnekleri için 424,8 mg/kg GAE, 586 ve 4280 mg/kg GAE, 570,8 ve 1700 mg/kg GAE,476,4 ve 896 mg/kg GAE olarak belirlenmiştir. Antioksidan kapasitede olduğu gibi fenolik madde miktarında da sonuçların paralellik gösterdiği görülmüştür. Çimlendirilmiş tahıl unu ilavesi son ürün ekmekte fenolik madde içeriğini arttırmaktadır. En fazla artış çimlendirilmiş turp filizi unu ilavesinde ve miktarında olmuş ve bu artışın istatistiki açıdan anlamlı olduğu tespit edilmiştir($p>0,05$). Spesifik hacim ekmeklerde sırasıyla %0, %25, %15 ve %5 oranında katılan buğday filizi unu ve turp filizi unu ilaveli ekşi hamur örnekleri için 2,68, 264 ve 2,17, 2,378 ve 2,375, 2,64 ve 2,60 olarak bulunmuştur. Spesifik hacmin ekmeklerde çimlendirilmiş buğday filizi unu ve ilave oranının artması ile istatistiki açıdan anlamlı bir fark oluşturmazken ($p>0,05$), çimlendirilmiş turp filizi unu ve miktarına bağlı olarak istatistiki anlamda önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Ekmek kabuk rengi özelliklerine bakıldığında L* değeri en yüksek olan %25 çimlendirilmiş turp ilaveli ekmek iken, kontrol (%0) ve çimlendirilmiş turp filizi unu ilaveli ekmeklerin kabul L* değerleri arasında istatistik açıdan önemli bir fark olmazken ($p>0,05$), çimlendirilmiş buğday ilaveli ekmeklerin L* değerinin daha az olduğu ve fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Ekmek kabuk renginde a* değeri en yüksek olan %5 çimlendirilmiş buğday filizi unu ilaveli ekmek olmuştur. Ancak yapılan hesaplamalarda çimlendirilmiş buğday filizi unu ilavesinin kontrol ekmeği ile arasında a* değerinde istatistiki açıdan önemli bir fark olmadığı($p>0,05$), çimlendirilmiş turp filizi unun ise hem una hem de miktarına bağlı olarak a* değerini kontrol örneklerine göre azalttığı ve aradaki bu farkın istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir($p<0,05$).Ekmek kabuk renginde b* değerine bakıldığında kontrol ekmeği (%0) ile çimlendirilmiş buğday filizi unu ilave edilen ekmeklerde istatistiki açıdan anlamlı bir fark olmadığı ve birbirlerine çok yakın renkte oldukları tespit edilmiştir($p>0,05$). Çimlendirilmiş turp filizi unu ilavesinin ise miktarının b* değerinde önemli bir fark oluşturmadığı ancak kontrol ekmeğine (%0) göre aralarında anlamlı bir fark olduğu ve b* değerinin turp unlu ekmeklerde daha düşük olduğu görülmüştür($p<0,05$).

Ekmek iç rengi özellikleri incelendiğinde L* değeri en yüksek olan %25 çimlendirilmiş turp ilaveli ekmek olduğu ve L* değerinin 61,31±4,0 olduğu görülmüştür. Kontrol (%0), diğer oranlarda çimlendirilmiş turp filizi unu ilaveli ekmekler (%15 ve %5) ile çimlendirilmiş buğday un ekmeklerin (%25-%15 ve %5) ekmek iç rengi L* değerleri arasında istatistik açıdan önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir($p>0,05$). Ekmek iç renginde a* değeri en yüksek olan %25 çimlendirilmiş buğday filizi unu ilaveli ekmek olmuştur. Kontrol (%0), diğer oranlarda çimlendirilmiş turp filizi unu ilaveli ekmekler (%15 ve %5) ile çimlendirilmiş buğday un ekmeklerin (%25-%15 ve %5) ekmek iç rengi L* değerleri arasında istatistik açıdan önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).Ekmek kabuk renginde b* değerine bakıldığında en yüksek olan %25 çimlendirilmiş turp filizi unu ilaveli ekmek olduğu, %15 ve %5 turp filizi unu ilaveli ekmeğin b* değerlerinin kendi aralarında istatistiki açıdan anlamlı bir fark oluşturmazken kontrol ekmeğine göre daha yüksek b* değerine sahip olduğu görülmüştür. Çimlendirilmiş buğday filizi unu ilavesinin %15 ve %5 oranlarında katılmasının kontrol ekmeği (%) ile kıyaslandığında b* değerinde anlamlı bir fark oluşturmazken($p>0,05$), %25 çimlendirilmiş buğday filizi unu ilaveli ekmekte b* değerinin tüm ekmekler içinde en düşük olduğu ve bu farkın istatistiki açıdan anlamlı olduğu sonucuna varılmaktadır($p<0,05$). Ekmek renk özelliklerine bakıldığında özetlenecek olursa Çimlendirilmiş turp filizi unu oranının artması parlaklığı arttırmış, kabuk ile iç renkte kırmızı ve sarı renkte azalma olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Ekmek kabuk sertlikleri incelendiğinde çimlendirilmiş buğday unları için %25 oranında 4.714,39±5,29, %15 oranında 4.712,43±4,16, %5 oranında katıldığında ise 4.721,42±10,10 olarak değiştiği görülmüştür. Çimlendirilmiş turp unları için %25 oranında 5.907,87±13,59, %15 oranında 5.780,23±10,77, %5 oranında katıldığında ise 5.313,99±19,01 olarak değiştiği görülmüştür. Kontrol ekmeğinin (%0) ise 4.726,7±18,13 ise olduğu görülmüştür. Kabuk sertliği en yüksek olan ekmek %25 çimlendirilmiş turp filizi unu ilaveli ekmek olurken bu sırayı 15% ve % 5 çimlendirilmiş turp filizi unu ilaveli ekmeklerin takip ettiği ve kontrol ekmeklerine göre daha sert ekmekler olduğu görülmüştür , bu fark istatistiki açıdan anlamlı bir farktır($p<0,05$).Kontrol ekmekleri ile çimlendirilmiş

buğday filizi unu ilaveli ekmekler karşılaştırıldığında buğday filizi unun ve ilave edilen miktarın ekmek kabuk sertliğinde istatistiki açıdan anlamlı bir farka yol açmadığı görülmüştür($p>0,05$).

Ekmek iç sertliğine bakıldığında çimlendirilmiş buğday unları için %25 oranında 1.757,78±3,00 g, %15 oranında 1.747,12±2,45 g, %5 oranında katıldığında ise 1.745,93±2,68 g olarak değiştiği görülmüştür. Çimlendirilmiş turp unları için %25 oranında 2.871,29±15,69 g, %15 oranında 2.684,90±17,70 g, %5 oranında katıldığında ise 2.379,16±10,29 g olarak değiştiği görülmüştür. Kontrol ekmeğinin (%0) ise 4.726,7±18,13 g ise olduğu görülmüştür. Kontrol ekmekleri ile çimlendirilmiş buğday filizi unu ilaveli ekmekler karşılaştırıldığında buğday filizi unun ve ilave edilen miktarın ekmek iç sertliğinde istatistiki açıdan anlamlı bir farka neden olmadığı tespit edilmiştir($p>0,05$).

Sonuç olarak hem ekmek kabuk sertliğinin hem ekmek iç sertliğinin çimlendirilmiş tahıl unu çeşidi ve miktarında ekmek ilavelerinde paralel sonuçlar ortaya çıkardığı, ekmek içi ve kabuk sertliğinin turp filizi unu ilaveli ekmeklerde kontrol ekmeğine göre artarken, çimlendirilmiş buğday filizi unu ve miktarının önemli bir farka yol açmadığı tespit edilmiştir($p>0,05$).

Son olarak ekmeklerin duyusal özellikleri 11 panelist tarafından yapılmıştır. Ekmeklerden çimlendirilmiş buğday filizi unu ilaveli ekmekler tat, koku, çiğnenebilirlik, kabuk rengi ve ekmek iç rengi ile genel beğeni durumu açısından değerlendirildiğinde % çimlendirilmiş buğday filizi unu miktarının artışı ekmeklerin beğenilirliğini olumsuz etkilemediği görülmüştür. Turp filizi unu miktarındaki artış ise ekmeklerin tat, koku, çiğnenebilirlik, kabuk rengi ve ekmek iç rengi ile genel beğeni durumunu olumsuz etkilediği görülmüştür. Turp filizi unu miktarındaki artış panelistler tarafından özellikle ekmeğin tat ve kokunun beğenilmemesine neden olmuştur.

Tüm bu çalışmalar sonucunda filizlendirme işlemi ile elde edilen buğday ve turp unlarının insan sağlığı açısından oldukça önemli olan antioksidan aktivite ve fenolik madde içeriklerinde artış sağladığı görülmüştür. Bu unlardan yapılan eşi mayalı ekmeklerin yine insan sağlı açısından yararlı, fonksiyonel özellikleri yüksek ekmekler olduğu tespit edilmiştir. Çimlendirilmiş tahıl unu miktarı arttıkça ekmeklerin antioksidan kapasite ve fenolik madde içeriklerinin de doğru orantılı

artacağı sonucuna varılmıştır. Ancak turp filizi unun özellikle spesifik tat ve kokusunun son ürün olan ekşi mayalı ekmekte %25 ve %15 oranlarında kullanılması halinde tüketiciler tarafından beğenilmeyeceği görülmüştür. Bu nedenle çimlendirilmiş buğday filizi unu miktarı tüketim için herhangi bir sınırlama gerektirmezken, turp filizi unu miktarının %5 oranında kullanılması hem antioksidan kapasite ve fenolik madde içeriği yüksek hem de tüketiciler tarafından beğenilebilecek ekmeklerin üretimi için önerilmektedir. Çimlendirilmiş tahıllardan elde edilen unların çok sayıda faydaları olduğu bilinen ekşi mayalı ekmeklere ilavesi ile insan sağlığı açısından çok daha faydalı, sağlıklı ekşi mayalı ekmeklerin üretilebileceği öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Gül, F. (2019) "Kek Üretiminde Ekşi Hamur Kullanımı", Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

[2] Sabuncu, M. (2019) 'Farklı Turp Tiplerinin Antioksidan Kapasite ve Biyoalınabilirliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

[3] Karlıdağ, S. (2019), Keçiboynuzu Unu İlavesinin Ekşi Hamur Fermentasyonuna Etkisi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

[4] Gerçekaslan, K.E., Kotancılar, H.G., ve Karaoğlu, M.M., (2007), Ekmek Bayatlaması ve Bayatlama Derecesini Ölçmede Kullanılan Yöntemler-1. Gıda, 32 (6) 305-315.

[5] Doğan, İ.S. ve Yıldız, Ö. (2004) "Düşük Kalorili Kek Üretimi: I. Formül Optimizasyonu," Gıda, 29(1) 17-25.

[6] Akbaş, Ö. (2009) "Kek Üretiminde Ekzopolisakkaritlerin Kullanımı," Yüksek lisans tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

[7] T.C. Resmi Gazete, Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği. (28163), 04.01.2012, Tebliğ No: 2012/2.

[8] Ertop, M.H. (2017), "Farklı Fermentasyon ve Kurutma Yöntemleriyle Üretilmiş Toz Ekşi Hamurun Bazı Mikrobiyolojik Nitelikleri ve Ekmekteki Küf Gelişimi Üzerine Etkileri" Gıda 42 (5) 609-619.

[9] Kotancılar, H.G., Karaoğlu, M.M. ve Gerçekaslan, K.E. (2006) "Ekşi Hamur Katkısının Beyaz Tava Ekmeğinin Bayatlaması Üzerine Etkisi", Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 37(1) 103-110.

[10] Katina, K. (2005) "Sourdough: A tool for the improved flavour, texture and shelf-life of wheat bread", VTT Publications 569, VTT Technical Research Centre of Finland.

[11] Demirci, M. (2014) "Gıda Kimyası," cilt no:7, Hat Baskı Sanatları San. ve Tic. Ltd. Şti, pp. 30, İstanbul.

[12] Ercan, R., Özkaya, H. (1985) "Ekmeğin Bayatlaması," Gıda Bilimi ve Teknolojisi A.B.D, No. 6, 335-340.

[13] Yetim, H., Öztürk, İ., Hayta, M., Sağdıç, O., Törnük, F. (2010), 'Yenilebilir Bitki ve Tohum Filizlerinin Fonksiyonel Özellikleri', Gıda, 35(3) 205-210.

[14] Yetim, H., Törnük, F., Öztürk, İ., Sağdıç, O. (2010) "Yenilebilir Tohum Filizlerinin Mikrobiyal Güvenliği", Akademik Gıda 8(2) 18-23.

[15] Hacıoğlu, G. ve Kurt, G. (2012) "Tüketicilerin Fonksiyonel Gıdalara Yönelik Farkındalığı, Kabulü ve Tutumları: İzmir İli Örneği", Business and Economics Research Journal, 3(1) 161-171.

[16] Demir, B. (2018) "Çimlendirilmiş Kinoa Ununun Glutenli ve Glutensiz Makarna Üretiminde Kullanım İmkanları" Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya.

[17] Meral R., Doğan, İ.S (2009) "Fonksiyonel Öneme Sahip Doğal Bileşenlerin Unlu Mamullerin Üretiminde Kullanımı", Gıda, 34(3) 193-198.

[18] Akan, S., Veziroğlu, S., Ellialtıoğlu, Ö.Ş. (2013) "Turp (*Raphanus sativus* L.) Sebzesinin Fonksiyonel Gıda Olarak Değerlendirilmesi" YYÜ Tar. Bil. Derg. (YYU J AGR SCI), 23(3) 289- 295.

[19] Karakaş, H. ve Törnük, F. (2016) "Geleneksel gıdaların okul çağı çocuklarının beslenmesindeki rolü üzerine bir araştırma", Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi (CFD), 37(3) 292-302.
[20] Günal, B. (2011) "Keçiboynuzu Pekmezinin Püskürtmeli Kurutucu ile Kurutulması ve Elde Edilen Tozların Ekmek Üretiminde Kullanılması", Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya.
[21] Yıldırım, P. (2016) "Haşhaş Ezmesi Kullanımının Ekmek Kalitesi Üzerine Etkileri", Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar.
[22] Kotancılar, G., Çelik, İ. ve Ertugay, Z. (1995) "Ekmeğin Besin Değeri ve Beslenmedeki Önemi", Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(3), 431-441, 1995
[23] Uslu, E.Ş. (2016) "Zayıf Unların Ekmeklik Kalitelerinin Pelemir (Cephalaria syriaca) Ekstraktı İlavesiyle Geliştirilmesi", Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
[24] Hayta, M. and Schofieldb, J.D (2004). "Heat and additive induced biochemical transitions in gluten from good and poor breadmaking quality wheats", Journal of Cereal Science, 40(3) 245–256.
[25] Polat, Y. (2007) "Buğday Ununa Balkabağı Tozu İlavesinin Unun Ekmeklik Kalitesi Üzerine Etkisi", İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
[26] Kalkışım, Ö., Özdemir, M. ve Bayram, O. (2012). "Ekmek Yapım Teknolojisi", Gümüşhane.
[27] T.C. Resmi Gazete, Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği. (28606), 02,04.2013, Tebliğ No :2013/9.
[28] Blandino, A., Al Aseeri, M.E., Pandiella, S.S., Cantero, D. and Webb, C. (2003) "Cerealbased fermented foods and beverages," Food Research International, 36, 527–543.
[29] Ewuoso, M.O., Animashaun, O.H., Adejumo, A.A. (2020) "Lactic Acid Bacteria and Yeasts in Spontaneously Fermented Sorghum Sourdough," American Journal of Microbiological Research, 8(2) 63-72.
[30] Gerçekaslan, K.E., Kotancılar, H.G., Kaban, G., Karaoğlu, M.M. (2012), "Vakfıkebir Ekmek Hamurundan Laktik Asit Bakterilerinin İzolasyonu ve Tanısı", Akademik Gıda/ Academic Food Journal, 10(3) 47-50.
[31] Ertop, M.E. ve. Hayta, M. (2016) "Ekşi Hamur Fermentasyonunun Ekmeğin Biyoaktif Bileşenleri ve Biyoyararlanımı Üzerindeki Etkileri," Gıda, 41(2) 115-122.
[32] Hammes, W.P. and Ganzle,M.G. (1998) "Sourdough Breads And Related Products" in: Microbiology of Fermented Foods, Volume I, pp 199-216 (Edited by B.J.B. Wood) Blackie Academic and Professional: London.
[33] Chavan, R.S. and Chavan, S.R. (2011) "Sourdough technology-A traditional way for wholesome foods: A review", Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 10(3) 169–182.
[34] Corsetti, A. and Settanni, L. (2007) "Lactobacilli in sourdough fermentation", Food Research International, 40(5) 539–558.
[35] Yazar, G. Ve Tavman, Ş. (2012) "Functional and technological aspects of sourdough fermentation with *Lactobacillus sanfranciscensis*," Food Engineering Reviews, 4, 171–190.

[36] Liang, C., Sarabani, Z. and Berenjian, A. (2016) “An overview on the health benefits and production of fermented functional foods,” Journal of Advanced Medical Sciences and Applied Technologies (JAMSAT), 2(2) 224-233.
[37] Gobetti, M., Rizzelo, C.G., Cagno, R.D. and.Angelis, M.G. (2014), “How The Sourdough May Affect the Functional Features of Leavened Baked Goods” Food Microbiology, 37, 30-40.
[38] Meroth, C. B., Walter, J., Hertel, C., Brandt, M. J., Hammes, W. P. (2003) “Monitoring the bacterial population dynamics in sourdough fermentation processes by using PCR-denaturing gradient gel electrophoresis,” Applied and Environmental Microbiology, 69, 475–482.
[39] Kam, W.Y., Wan W.M., Aida, and Sahilah, A.M. (2012) “Identification of Predominant Lactobacillus Species in Liquid Sourdough Fermentation” International Food Research Journal, 19(4) 1739-1743.
[40] Bircan, D., Güray, C.T., Bostan, K. (2017) “Farklı Yöntemlerle Ekşitilmiş Hamurlardan Ekmek Yapımı Üzerine Çalışmalar”, Aydın Gastronomy, 1 (1) 1-8.
[41] Palomba, S. (2008) “Sourdoughs for sweet baked products: microbiology, characterization, screening and study of exopolysaccharides produced by microbial strains,” Doctor of Philosophy Thesis, Unıversita Degli Studi Di Napoli Federico II Scienze e Tecnologie delle Produzioni Agro-Alimentari.
[42] Tok, H. (2017) “Bazı Tahıl ve Baklagil Çimlerinin Ekmek Ve Bisküvi Üretiminde Kullanım Olanakları”, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
[43] Okur, B. (2020) **“**Farklı Probiyotik Kaynaklarının Nohut Ön İşlenmesinde Kullanımı ve Elde Edilen Nohutlardan Erişte Üretimi”, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
[44] Kılınçer, F.N. (2018) **“**Çimlendirilmiş Bazı Tahıl ve Baklagillerin Besinsel ve fonksiyonel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma”, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
[45] Turan, A. (2013) **“**Çimlendirilmiş Esmer Pirinç Keki Üretiminin Biyoaktif Bileşenlere Etkisi”, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
[46] Jiang, B., Tsao, R., Li, Y. and Miao, M. (2014) “Food safety: Food analysis technologies/techniques,” In Encyclopedia of Agriculture and Food Systems, 273-288.
[47] Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M. ve Kotancılar, H. G. (2012) “Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu,” Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.
[48] Yaşar, B. (2017) “Gölevez nişastasının yapısal, fizikokimyasal ve jelleşme özelliklerinin belirlenmesi,” Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
[49] Temiz, A. (2010) “Genel Mikrobiyoloji Uygulama Teknikleri”, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, 5. Baskı, sayfa 41.
[50] AACC, (1990), Metot 10-05.01, "American Association of Cereal Chemists International".
[51] Çakır, E. (2020) “Siyez Buğdayı ve Kavuzsuz Arpa Ekşi Hamurlarından Laktik Asit Bakterileri ve Mayaların İzolasyonu ve Karakterizasyonu”, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul

[52] T.C. Resmi Gazete, Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği, 29.12.2011, Tebliğ No:28157.

A
DUYUSAL ANALİZ FORMU

Panelistin Adı Soyadı:

Tarih:

Size sunulan kodlanmış ekmek örneklerini aşağıda yer alan kalite kriterlerine göre ayrı ayrı 1'den 72ye kadar puan vererek değerlendiriniz.

1	2	3	4	5	6	7
Çok Kötü	Kötü	Biraz Kötü	Ne beğenilir Ne beğenilmez	Beğenilir	Beğenilirliği yüksek (çok iyi)	Mükemmel

Kalite Kriterleri	**Ekmek Örneklerinin Kodları**						
Kabuk Rengi							
Ekmek İç rengi							
Gözenek yapısı							
Tat							
Koku							
Çiğnenebilirlik							
Genel Beğeni Durumu							

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Konferans Bildirileri

1. N. E. Küllü ve M. Arıcı, " Çimlendirilmiş Tohum Filizi Unlarının Ekşi Mayalı Ekmek Yapımında Kullanılması" Uluslararası Mühendislik ve Doğa Bilimleri Çalışmaları Kongresi, pp. 174, Ankara 2021.