

**T.C.
KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GASTRONOMİ VE MUTFAK SANATLARI ANABİLİM DALI**

**PELİT UNU KULLANIMININ GLUTENSİZ EKMEK ÜRETİMİNDE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

AYŞE LEVENT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Kübra AKTAŞ

AĞUSTOS-2023

ETİK BEYAN METNİ

Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen tez çalışmasının benzerlik oranının herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve Etik Kurul Onayı gerektiği takdirde onay belgesini aldığımı beyan ederim.

Etik kurul onay belgesine ihtiyaç var mıdır?

Evet ☐

Hayır ☒

(Etik Kurul izni gerektiren araştırmalar aşağıdaki gibidir:

Anket, mülakat, odak grup çalışması, gözlem, deney, görüşme teknikleri kullanılarak katılımcılardan veri toplanmasını gerektiren nitel ya da nicel yaklaşımlarla yürütülen her türlü araştırmalar,

İnsan ve hayvanların (materyal/veriler dahil) deneysel ya da diğer bilimsel amaçlarla kullanılması,

İnsanlar üzerinde yapılan klinik araştırmalar,

Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar,

Kişisel verilerin korunması kanunu gereğince retrospektif çalışmalar.)

Ayşe LEVENT

18/08/2023

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca bilgi birikimiyle ve tecrübesiyle, çalışmamı hazırlarken benden yardımlarını esirgemeyen, öneri ve yönlendirmeleri için kıymetli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Kübra AKTAŞ'a sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince bana her zaman destek olan aileme özellikle de babama ve anneme teşekkür ederim. Bu çalışmayı hazırlarken her zaman desteğini hissettiğim sevgili arkadaşım Zeliha FİDAN'a ve çalışmamda bana yardımcı olan değerli Sevgi KONYA'ya teşekkürü borç bilirim.

Tez çalışmama olan desteklerinden (Proje No: 05-YL-21) dolayı, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederim.

Ayşe LEVENT

18/08/2023

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER.....	i
SİMGE VE KISALTMALAR.....	iii
TABLO LİSTESİ.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
GİRİŞ.....	1
1. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
1.1. Çölyak Hastalığı	3
1.1.1. Glutensiz Ürünler	4
1.1.1.1. Glutensiz Ekmek	5
1.2. Pelit Unu	7
1.3. Ekşi Maya	9
1.3.1. Nohut Mayası	12
2. BÖLÜM: MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
2.1. Materyal	14
2.2. Metod	14
2.2.1. Pelit Unu Fermantasyonu	14
2.2.2. Glutensiz Ekmeklerin Üretimi	14
2.2.3. Hammadde ve Ürün Analizleri	15
2.2.3.1. Fiziksel Analizler.....	15
2.2.3.2. Tekstür Özellikleri.....	15
2.2.3.3. Kimyasal Analizler	16
2.2.3.4. Duyusal analiz	17
2.2.3.5. İstatiksel analiz	18
3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	19
3.1. Hammaddelerin Analiz Sonuçları.....	19
3.2. Glutensiz Ekmek Analiz Sonuçları.....	21
3.2.1. Glutensiz Ekmek Örneklerine Ait Fiziksel Analiz Sonuçları	21
3.2.1.1. Renk.....	21

3.2.1.2. Ağırlık, Hacim ve Spesifik Hacim	25
3.2.2. Sertlik	27
3.2.3. Glutensiz Ekmek Örneklerine Ait Kimyasal Analiz Sonuçları.....	29
3.2.3.1. Su	29
3.2.3.2. Kül	30
3.2.3.3. Protein.....	31
3.2.3.4. Yağ	32
3.2.3.5. Toplam fenolik madde.....	32
3.2.3.6. Antioksidan aktivite.....	33
3.2.3.7. Mineral madde.....	34
3.2.4. Duyusal analiz sonuçları	36
SONUÇ	40
KAYNAKÇA.....	41
EKLER	52
ÖZGEÇMİŞ	55

SİMGE VE KISALTMALAR

%: Yüzde

α^* : Kırmızılık değeri

AA: Antioksidan aktivite

b^* : Sarılık değeri

Ca: Kalsiyum

Cu: Bakır

dk: Dakika

DPPH: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

Fe: Demir

FPU: Fermente edilmiş pelit unu

g: Gram

GAE: Gallik asit eşdeğeri

K: Potasyum

k: sabit oran

kg: Kilogram

L^* : Parlaklık değeri

Mg: Magnezyum

mg: Miligram

mL: mililitre

mm: milimetre

Mn: Manganez

n: Avrami üssü

NFPU: Nohut mayası ile fermente edilmiş pelit unu

nm: Nanometre

P: Fosfor

pH: Ölçülen asitlik

PU: Pelit unu

T_0 : Taze ekmeğin sertliği

$t_{1/2}$: Kristalizasyon yarılanma süresi

T_∞ : Son ekmek sertliği

TFM: Toplam fenolik madde

Zn: Çinko

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Glutensiz ekmek üretiminde kullanılan hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları	19
Tablo 2: Glutensiz ekmeklerin kabuk renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	23
Tablo 3: Glutensiz ekmeklerin iç renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	24
Tablo 4: Glutensiz ekmeklerin fiziksel analiz sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	26
Tablo 5: Glutensiz ekmek kinetik parametrelerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	28
Tablo 6: Glutensiz ekmek örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	30
Tablo 7: Glutensiz ekmek örneklerinin mineral madde analiz sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	36
Tablo 8: Glutensiz ekmek örneklerinin duyusal analiz sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	38

ÖZET

Başlık: Pelit Unu Kullanımının Glutensiz Ekmek Üretiminde Değerlendirilmesi

Yazar: Ayşe LEVENT

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Kübra AKTAŞ

Kabul Tarihi: 18.08.2023

Sayfa Sayısı:65

Bu çalışma, pelit unu ilavesiyle glutensiz ekmeğin besin kalitesini iyileştirmeyi ve nihai ürünün kullanılabilirliğini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Formülasyonlar, farklı seviyelerde (%15, %30 ve %45) ayrı ayrı fermente edilmemiş ve iki farklı fermente edilmiş pelit unundan oluşturulmuştur. Glutensiz ekmekler kimyasal ve fiziksel özellikler açısından karakterize edilmiş ve ayrıca bayatlama karakterizasyonu tahmin edilmiştir. Sonuçlar, pelit ununun formülasyona eklenmeden önce fermantasyonunun bazı kimyasal özellikleri etkilediğini göstermiştir. En yüksek protein, toplam fenolik madde içeriği, Ca, K, Mg, Mn ve Fe değerleri nohut mayalı fermente pelit unu (NFPU) ilave edilen ekmeklerde elde edilmiş ve artan miktarlarda pelit unu ilavesi ile genel olarak besinsel içerik üzerinde (özellikle protein, yağ, toplam fenolik madde içeriği, antioksidan aktivite, Ca, K, P, Mg ve Fe içeriklerinde) olumlu etki gözlenmiştir. Ancak, NFPU ve nohut mayasız fermente pelit unu (FPU) ilavesi, fermente edilmemiş pelit unu (PU) ile karşılaştırıldığında, ekmeklerin ağırlık ve hacim ölçümlerinde azalmaya neden olmuştur. Hem kabukta hem de iç renginde L^* değerleri artan pelit unu ilave seviyeleriyle (sırasıyla 71.88 ve 77.22'den 42.26 ve 41.15'e) önemli ölçüde azalma göstermiştir. En yüksek başlangıç ve son sertlik değerleri (T_0 ve T_∞) NFPU ilaveli örneklerde gözlenmiş ve Avrami üssü n 'in sadece NFPU ilaveli ekmekler için 1'den büyük olduğu saptanmıştır. Fermente olan pelit unlarının ilavesinin glutensiz ekmeklerin besinsel profiline katkı sağladığı ancak bu ekmek örneklerinin duyuşal olarak olumsuz etkilendiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: ekmek, fermantasyon, glutensiz, nohut mayası, pelit

ABSTRACT	
Title of Thesis: Evaluation of Acorn Flour Usage in Gluten-Free Bread Production	
Author of Thesis: Ayşe LEVENT	
Supervisor: Assist. Prof. Kübra AKTAŞ	
Accepted Date:18.08.2023	Number of Pages:65
The present study aimed to improve nutritional quality of gluten free bread with the addition of acorn flour and to assess the usability of final product. Formulations were constituted from separately non-fermented and two different fermented acorn flours at different levels (15, 30 and 45%). The breads were characterised in terms of chemical and physical properties and also staling characterization was estimated. Results showed that fermentation of acorn flour before adding to the formulation affected some chemical properties. The highest protein, total phenolic content (TPC), Ca, K, Mg, Mn and Fe values were obtained with breads added fermented acorn flour with chickpea yeast (NFPU) and addition of increasing amounts of acorn flour had a positive effect on the chemical composition (according to protein, fat, TPC, antioxidant activity (AA), Ca, K, P, Mg and Fe results). However, compared to non-fermented acorn flour (PU), NFPU and fermented acorn flour without chickpea yeast (FPU) addition caused a decrease in weight and volume measurements of breads. Both crust L^* and crumb L^* values showed a significantly reduction with increased acorn addition levels (from 71.88 and 77.22 to 42.26 and 41.15 respectively). The highest initial and final hardness values (T_0 and T_∞) were observed with NFPU added samples and Avrami exponent n was higher than 1 for only NFPU added breads. It was observed that the addition of fermented acorn flour contributed to the nutritional profile of gluten-free breads, but these bread samples were negatively affected in terms of sensory profile.	
Keywords: bread, fermentation, gluten-free, chickpea yeast, acorn	

GİRİŞ

Önemli bir geçmişe sahip olan ve halen dünyadaki nüfusun büyük bir kısmı için besin maddesi olarak tüketilen ekmek başlıca buğday olmak üzere pek çok tahılın kullanılmasıyla üretilmektedir. Mayalı ve mayasız olarak üretilen ekmekler için buğday proteini olan gluten bazı önemli fonksiyonel özellikler gösterir. Glutenin her ne kadar ekmek yapımı sürecinde önemli bir yeri olsa da bazı insanlar için gluten tamamen bir sorun haline gelebilmektedir. Çölyak hastalığı ince bağırsakta bulunan mukoza zarındaki hasar nedeniyle oluşmakta ve çölyak hastası olan bireylerde glutenli besinlerin alınması kilo kaybı, ishal, anemi, şişkinlik, yorgunluk vb. gibi sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Bu kişilerde bilinen en kapsamlı tedavi ömür boyu geçerli olacak glutensiz bir diyetdir. Fakat ekmek, bisküvi, makarna, pizza ve kek gibi günlük hayatta çokça tükettiğimiz bu tip ürünlerin genelde buğday unundan üretilmesi bu diyeti zorlaştırmaktadır. Hastalığın yaygınlaşmasına paralel olarak glutensiz ürünler fırıncılar için bir sorun haline gelmiştir ve piyasada bulunan pek çok glutensiz ürün besinsel kalite açısından yetersizdir ve ağızda kötü bir lezzet bırakmaktadır (Green & Cellier, 2007; Anton & Artfield, 2008).

Ekşi mayalı ekmek terimi, maya mayası ile mayalanmış ekmeği ifade eder, hamur mayası-un karışımıdır ve kendiliğinden büyüeyebilen bir mayadır. Spontane maya, bilinen en eski ekmek mayalama maddesidir ve birkaç saat oda sıcaklığında bırakılan hamurdan oluşur. Mikroorganizmalar tarafından fermentasyon hamurda gerçekleşir ve hamurun özelliklerini etkileyen metabolitler üretilir. Hamura yeni un ve su eklenmesi, hamura ekşi tadını verir. Hamurun teknolojik performansı ve besin özellikleri, aroma profili, raf ömrü ve ekmeğin genel kalitesi, mayadaki mikroorganizmaların metabolik aktivitesinden büyük ölçüde etkilenir. Ekşi mayalı ekmek ayrıca, özellikleri çok sayıda bilimsel çalışmada ayrıntılı olarak tartışılan ve sağlıklı, lezzetli olması ile son yıllarda tüketici talebini arttıran bir profile sahiptir (Catzeddu, 2019).

Glutensiz ekmek yapımında kullanılan ekşi maya gibi tatlı maya olarak da adlandırılan nohut mayası da ekmek yapımında kullanılmaktadır. Nohut mayası kullanımı geleneksel yöntemlerle yapıldığı için uygulama alanında farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Ülkemizle birlikte, Kıbrıs, Yunanistan ve Makedonya bölgelerinde fırınlarda ve evlerde değişik yollarla hazırlanıp börek, simit vb. unlu mamul üretiminde kullanılmaktadır.

İşlenebilirliği, lezzeti, fonksiyonelliği ve raf ömrü açısından incelenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Nohut mayasının hamur reolojisi ile ekmek tekstür ve lezzetine olumlu katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Meşe palamudu olarak bilinen pelit, meşe ağaçlarının olduğu her yerde bulunmaktadır ve dünyada pekçok mutfakta kullanılmaktadır. Pelit unu kişilerin beslenme alışkanlıklarını iyileştirmek için kullanabilecekleri alternatif bir gıda maddesi olarak görülmektedir. Ayrıca pelit ununda gluten proteinleri bulunmamaktadır bu nedenle çölyak hastaları için üretilen glutensiz besinlerin üretiminde yaygın olarak uygulanabilmektedir.

Bu çalışmada glutensiz beslenmek zorunda olan çölyak hastaları için alternatif gıda ürünü sunmak, dünyada en çok tüketilen gıda ürünü olan ekmeğin glutensiz olarak çölyak hastalarınca tüketilmesine olanak sağlamak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda farklı oranlarda nohut mayalı ve nohut mayasız fermente edilmiş pelit unu ile toz formda pelit unu ilaveli glutensiz ekmek üretimi gerçekleştirilmiş ve üretilen bu ekmeklerin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri karşılaştırılmıştır.

1. KAYNAK ARAŞTIRMASI

1.1. Çölyak Hastalığı

Günümüzde değişen sosyal yapı, ekonomik düzey ve bu değişimlerin birlikte getirdiği farklı yemek yeme alışkanlıkları ile birlikte hem Türkiye’de hem de dünyada tahıl bazlı gıdalar giderek önemini artırmaktadır. Fakat buğday, arpa, çavdar gibi tahıl ürünleri tüketmek bazı insanlarda birtakım hastalıklara sebebiyet vermektedir. Çölyak hastalığı bu hastalıklardan biridir ve gluten barındıran besinlerin tüketilmesiyle beraber bağırsaklarda meydana gelen emilim düzensizliğidir. Gluten, buğday, çavdar ve arpada bulunan bir protein kompleksidir. Çölyak hastalığının temel sebebi olarak buğdayda bulunan gluten proteininin içerdiği gliadin görülmektedir. Bu hastalığı olan kişiler buğdayla birlikte arpa, çavdar ve tritikale gibi tahıllardan da uzak durmalıdırlar. Çölyak hastalarının, içerisinde gluten barındıran besinleri almasıyla birlikte mineraller, vitaminler ve diğer besin öğelerinin emilimi engellenmektedir. Çölyak hastalığı, genetik olarak duyarlı kişilerde gluten tarafından tetiklenen sistemik immün bazlı bir hastalıktır ve çok çeşitli klinik bulgular ile ince bağırsak mukozasında beliren hasar ile karakterize edilir (Türksoy & Özkaya, 2006; Fasano & Catassi, 2012).

Çölyak hastalığı başlangıçta çocuklarda görülen bir malabsorpsiyon sendromu olarak kabul edilmesine rağmen günümüzde yetişkinlerde görülebilen bir hastalık olarak kabul edilmektedir. Glutenin alkolde çözünen kısmı olan gliadin, arpa (hordeinler) ve çavdardaki (sekalinler) benzer proteinlerle birlikte çölyak hastalığında toksik etki gösterir. Yoğun kaşıntılı döküntü olan dermatitis herpetiformis (DH) çölyak hastalığının dermatolojik belirtisidir (Green & Jabri, 2006).

Son yıllara kadar, çölyak hastalığının nadir görülen bir hastalık olduğu düşünülmesine rağmen bugün evrensel olarak bakıldığında yayılımı genel olarak ortalama % 1-2 ile bilinen en yaygın genetik hastalıklardan biri haline gelmiştir. Önceleri bu hastalık hafife alınmış ve bu alanda yetersiz çalışma ve teşhis ortaya konulmuştur. Bu hastalığın bulgularında başı çeken ve kalıcı olarak görülen belirtilerin dispepsi, gastro-özofageal reflü, ishal veya kabızlık, kilo kaybı, kemik hastalığı, anemi ve halsizlik ile ilişkili abdominal kramp ağrısı olduğu bildirilmektedir. Çocuklarda ishal kalıcı bir semptom olarak kabul edilirken, yetişkinlerde durum farklıdır ve hastaların yaklaşık % 50'sinde ağırlıklı olarak kabızlık görülebilmektedir. Ayrıca, bir kısım çölyak hastalarında

obeziteye de rastlanmaktadır (Rodrigo, 2006). Bu hastalığın tedavisi yaşam boyu devam etmekte ve buğday, çavdar ve arpa gibi besinleri içermeyen glutensiz bir diyet gerektirmektedir (Ciclitira, Ellis, & Lundin, 2005).

Çölyak hastalarına özel olarak “glutensiz ürünler” adı altında bir gıda kategorisi oluşturulmuştur. Bu kategoride gluten hassasiyeti olan hastalar için gluten içermeyen ürünler elde edilmektedir. Ürün olarak soya unu, mısır, pirinç, amarant gibi birçok glutensiz malzemeden ekmek, bisküvi vb. ürünler üretilmektedir (Olexova, Dovicovicova, Svec, Siekel, & Kuchta, 2006).

1.1.1. Glutensiz Ürünler

Çölyak hastalığının tedavisinin ömür boyu glutensiz bir diyet olması sebebiyle glutensiz ürünlerdeki besleyicilik ve çeşitlilik oldukça önemlidir. Glutensiz diyet ürünleri listesinde glutensiz ekmek, tahıl gevreği, makarna, kraker ve atıştırmalıklar bulunmaktadır. Kinoa, karabuğday, pelit unu, darı gibi alternatif glutensiz taneler ve unlar temel ürünler olmadığı için bu ürünler diğer glutenli ürünlerden daha pahalı olmaktadır (Lee, Wolf, Lebowohl, Ciaccio, & Green, 2019).

Birçok ülkede glutensiz gıdaların hazır bulunmayışı ve glutensiz gıdaların normal gluten içeren gıdalardan daha pahalı olması ekonomik olarak bu gıdalara ulaşamayan tüketicileri zor durumda bırakmaktadır. Bu ülkelerde glutensiz ürünlerin yüksek maliyeti ve bulunabilirliklerinin az olması tüketicinin yaşam kalitesi üzerinde güçlü olumsuz etkiler yaratabilmektedir (Lee, Ng, Zivin, & Green, 2007).

Bu kapsamda farklı ve kaliteli ürünler elde etmek ve bunları tüketiciye sunmak firmalar için önemli bir süreç olmakla beraber bu süreçte risk yükünün de fazla olduğu bilinmektedir. Buğday, arpa ve çavdar içerikli besinlerin çölyak hastalarındaki alerjik reaksiyonları çoğaltmasıyla birlikte glutensiz ürünlere olan taleplerde bir artış görülmektedir. Bu talebi karşılamak için glutensiz gıda sektörü zaman ilerledikçe büyümekte ve bu sektör artık kalıcı hale gelmektedir (Bogue & Sorenson, 2008).

Artan taleple birlikte glutensiz ürünler yelpazesinde muhtelif unlar, soslar, içecekler, pizza, dondurulmuş mezeler, glutensiz tatlandırıcı şuruplar, bira ve şekerleme ürünleri bulunmaktadır. Bu ürünler içerisinde ise daha çok glutensiz makarnalar, ekmekler, unlar, atıştırmalık yiyecekler, kurabiye ve kekler tercih edilmektedir (Palmer, 2004).

Çölyak hastalığı olan kişilerin hayat şekillerine uygun gıda ürünleri (fast food, atıştırmalık yiyecekler, fonksiyonel içecekler, hazır yemekler vb.) arayışına girmesi ile bu ürün kategorisindeki çeşitliliğinin daha da gelişmesi beklenmektedir (Reeves, 2006). Gluten, hamurun yoğrulma esnasında hamurun gelişimine yardımcı olmakla beraber pişirme esnasında da parçalanmasını engellemektedir. Glutenin eksikliğinde hamurun gelişimini ve pişirme sırasında parçalanmasını önlemek için teknoloji ile birlikte bazı bileşenler bu süreçte kullanılmaktadır (Gallagher, Gormley, & Arendt, 2004). Glutensiz ürünlerde genellikle pirinç unu kullanılmakla birlikte, az miktarda gaz tutma özelliğinden dolayı pirinç unundan yapılan glutensiz ürünlerde zayıf tekstür, düşük hacim, soluk renk ve ürünün içyapısında istenmeyen durumların oluşumu söz konusu olmaktadır (Turabi, Sumnu, & Sahin, 2010).

Glutensiz bisküvilerde ise diğer glutensiz ürünlere göre bu sorunlar daha az görülmektedir. Üründe kullanılabilecek materyallerden biri olan nişasta saf olmasından ötürü ağızda kumlu ve kuru bir his oluşturmaktadır. Bununla birlikte halihazırda bulunan birçok glutensiz ürünün yeterli kalitede olmadığı ve lezzet açısından eksik kaldığı bilinmektedir (Gallagher, Gormley, & Arendt, 2003; Gallagher, 2008; Simas, vd, 2009). Glutensiz olarak üretilen ürünlerin diğer gluten içeren ürünlere göre demir, vitamin ve diyet lifi açısından yoksun olduğu açıklanmaktadır (Thompson, 2000).

1.1.1.1. Glutensiz Ekmek

Türklerin Anadolu'ya göç etmesiyle birlikte ekmek Türklerin hayatında yer almaya başlamış ve Anadolu insanının en fazla tükettiği, manevi olarak da kıymet verdiği bir ürün olmuştur. Ayrıca anılan ekmeğin buğday ekmeği olduğu bilinmekte olup (Özgüdenli & Uzunağaç, 2014) ekmekte bulunan glutenin insanların beslenmesinde fazlaca olan diyet bileşenlerinden olduğu görülmektedir (Wieser, 2007).

Bunun yanında çölyak hastaları için glutensiz ekmek üretimi fırıncılar ve tahıl bilimcileri için zorluk oluşturmaktadır. Üretimdeki un ve hububatların farklı olması, glutensiz ürünlerin glutenli ürünlere göre daha hızlı bir şekilde bayatlaması, değişik bileşenlerin eklenmesi, farklı tekniklerin kullanılması, farklı bileşenlerin gluten görevini üstlenebilmesi araştırmalara konu olmaktadır. Glutensiz ürünlerden elde edilen hamurların, içeriğinde gluten ağının olmaması sebebiyle normal ekmek hamurlarına göre daha sıvı olduğu görülmektedir. Ayrıca bu ekmeklerin gaz tutma kabiliyetleri de

daha sınırlı olmaktadır (Ribotta vd, 2004; Moore, Bello, & Arendt, 2008; Houben, Hochstotter, & Becker, 2012).

Alsaıqalı (2018) tarafından yapılan çalışmada kinoa, amarant ve chia unları ile birlikte farklı oranlarda gamların kullanılmasının glutensiz ekmeklerdeki etkileri ortaya konmuştur. Çalışma sonucunda bu ürünlerin protein, yağ, kül ve diyet lif içeriğinin yüksek olduğu saptanmıştır. Yalancı tahıl diye de adlandırılan bu ürünlerin glutensiz ekmeklerin yapımında kullanılan bileşenlere sağlıklı ve faydalı bir alternatif oluşturduğu bildirilmektedir.

Hatipoğlu (2016)'nın yaptığı çalışmada glutensiz ekmek üretiminde patates unu ve gam ilavesinin ekmeğe olan etkisi gözlemlenmiştir. Glutensiz ekmek yapımı formülasyonunda pirinç unu, mısır unu, patates unu, nohut unu, mısır nişastası kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada bunun yanı sıra hazır glutensiz un ve buğday unundan üretilen iki ekmeğin karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda patates unu ilaveli ekmeğin beş gün boyunca raf ömründeki sertlik değerinin azaldığı gözlemlenirken depolama sürecinde daha yumuşak bir ekmek tekstürünün ortaya çıktığı belirtilmiştir. Genel olarak patates ununun glutensiz ekmeklerde bayatlamayı daha da yavaşlattığı gözlemlenmiştir. Patates unu ilavesi ile glutensiz ürünlerde su tutma kabiliyetinde artış gözlemlenirken, duyuşal olarak ise patates ununun glutensiz ekmeklerde kabul gördüğü açıklanmaktadır.

Özüğür (2011) çalışmasında glutensiz ekmek kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla glutensiz ekmek üretiminde pirinç unundan hazırlanan ekşi hamuru kullanmıştır. Formülasyonda pirinç unu ve mısır nişastası kullanılarak %10, %20 ve %30 oranlarında ekşi hamur elde edilmiştir. Ekşi hamurun eklenmesiyle ekmeklerin hacimlerinin düştüğü, tekstürel özelliklerinden sertliğin ise ekşi hamurla birlikte azaldığı belirtilmektedir. Elastikiyet ve yapışkanlıkta azalma olurken, çiğnenebilirlikte ise artışın meydana geldiği bildirilmektedir. Ekşi hamurla renk değişiminin yaşanmadığı, depolamayla birlikte kabuk renginde açılmanın meydana geldiği bildirilmiştir. Sonuç olarak ekşi hamur ilavesinin ekmek içi nem miktarına ve tekstürel değerlere olumlu yansıdığı ve ekşi hamur ilavesi ile ekmekteki bayatlamanın yavaşladığı açıklanmıştır.

Gallagher vd. (2003) çalışmalarında, glutensiz ekmek formülasyonuna %3 süt proteini izolatu ve %3 pirinç nişastası ilavesinin glutensiz ekmek formülasyonunun kısa (8 gün) ve uzun vadeli (43 gün) bayatlama profili üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Glutensiz

ekmek formülasyonuna süt proteini izolatu ve pirinç nişastasının eklenmesi ile kontrolden daha yüksek hacimli, daha iyi görünümlü ve daha iyi kabul edilebilirliğe sahip ekmekler elde edildiği bildirilmiştir. Bu ekmeklerin aynı zamanda daha yumuşak bir kabuğa ve daha iyi kırıntı özelliklerine sahip olduğu açıklanmıştır.

Machado ve Thys (2019) yaptığı araştırmada, mercimek ve karabuğday unlarının kullanımına kıyasla kriket tozunu (*Gryllus assimilis*) (cırcır böceği türü) glutensiz ekmekler için yeni bir protein kaynağı olarak karakterize etmeyi amaçlamıştır. Kriket tozunun yüksek su ve yağ tutma kapasitesi ve insan tüketimine uygun mikrobiyolojik özellikleri sunduğu açıklanmıştır. Sonuç olarak, kriket tozu ile zenginleştirilmiş kabul edilebilir teknolojik özelliklere ve yüksek protein içeriğine sahip glutensiz ekmek üretiminin elde edilebileceği saptanmaktadır. Çalışmada, üretimi gerçekleşen ekmeklerin tüketici tarafından onaylandığını kesinleştirmek için daha fazla duyu analizi yapılması gerektiği önerilmektedir.

Ahmetoğlu, (2020) çalışmasında, yerelması katkılı glutensiz ekmek üretimini gerçekleştirmiştir. Çalışmasında %5, %10, %15, %20 ve %25 oranlarında yerelması katkılı ve kontrol olarak yerelması katkısız glutensiz ekmek üretimi geliştirilmiştir. Artan yerelması yoğunluğunun bazı fiziksel, kimyasal ve duyu özellikleri araştırılmıştır. Araştırmada yer elması miktarının artması ile beraber ekmeğin selenyum, kalsiyum magnezyum ve potasyum miktarlarının ve duyu beğenilirliğinin arttığı, yer elması katkılı glutensiz ekmeklerin iç ve dış görünüşünde iyileşme olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonunda yerelması katkılı glutensiz ekmeklerde hem kalite hem de besin değerlerinde iyileşme olduğu sonucuna varılmıştır.

1.2. Pelit Unu

Meşe palamudu meşe ağaçlarının meyvesi olmakla birlikte pelit ismiyle de anılır ve meşe palamudu kavramı *Quercus* türünden olan meyveleri adlandırmak amacıyla kullanılmaktadır. Pelit genel olarak su, karbonhidratlar, proteinler ve lipitler bakımından zengin olarak tanımlanır (Silva vd. 2016) ve yüzyıllardır birçok bölgenin, kültürün mutfağında kendine yer edinmiştir. Asya ülkeleri, Orta, Doğu ve Kuzey Amerika ayrıca Polonya'da da önemli derecede tüketimi mevcuttur. Pelit kavrulmuş, haşlanmış ya da çiğ olarak yenilebilmektedir. Çorba, lapa, yağ, ekmek ve kekin yanı sıra kahve gibi ürünleri üretmek amacıyla da işlenmiştir. Pelit eski zamanlarda çoğunlukla hayvan yemiyle de ilişkilendirilmiştir. Organik, fonksiyonel ve yabani gıda hasadının

gelişmesiyle birlikte pelit, alternatif ve rekabetçi bir gıda kaynağı olarak tanınmaktadır. Akdeniz bölgelerinde dondurmada, bazı tatlı ve likörlerde kullanılmaktadır. Pelit tahıllarla karşılaştırılabilir bileşiklerden oluşur ve başta nişasta olmak üzere zengin bir karbonhidrat kaynağıdır (% 31 ila % 51). Bunun yanında % 2-8 protein ve % 0.7-9 yağ içerirler. Bu nedenle pelit daha çok ekmek ve hamur işlerinde kullanılmak için tercih edilmektedir (Szablowska & Tanska, 2020) .

Pelit unu, önemli düzeyde doymamış yağ asiti içermesi, kalsiyum, magnezyum, potasyum, fosfor ve B grubu vitaminleri bakımından zengin olması ve diyet lifi barındırması nedeniyle beslenme açısından dikkat çekmektedir ve sağlığa yararlı olan ve hastalıkların önlenmesine katkıda bulunan gıdaların arasında anılmaktadır. Pelit unu kişilerin beslenme alışkanlıklarını iyileştirmek için kullanabilecekleri alternatif bir gıda olarak görülmektedir ve pekçok insanın geleneksel diyetlerinin önemli bir parçası haline gelmektedir. Çölyak hastaları için daha dengeli bir diyetin oluşturulabilmesi ve glutensiz ekmek çeşitliliğini daha geniş bir alana yaymak için bazı unlarda iyileştirme işlemine gidilmesi gerekmektedir. Genel olarak bu yenilikçi glutensiz unlar; mikro besinler, fenolik bileşikler ve antioksidanlar bakımından zengin bitki bazlı doğal hammaddeler olmaktadır. Pelit unu, içeriğinde gluten proteininin bulunmayışı nedeniyle glutensiz ürün üretiminde potansiyel bir un kaynağı olarak görülmektedir (Polimac & Komlenic, 2016 ; Martins vd, 2020).

Beltrao Martins vd. (2020)'nın yaptığı çalışmada, pelit ununun glutensiz ekmek üretiminde doğal glutensiz bileşen olarak kullanımı değerlendirilmiştir. Pelit ununun iki farklı oranda (%23 ve % 35) kullanımı amaçlanmıştır. Glutensiz ekmeğe katılan pelit unu ile birlikte doku, renk, hacim, görünüş ve genel kalitenin iyileştiği açıklanmıştır. Çalışmada duyusal değerlendirme açısından pelit ununun %23 oranında kullanımının daha çok tercih edilebileceği söylenmiştir.

Pasqualone vd. (2019) çalışmasında %30 ve 60 oranında pelit unu (*Quercus coccifera* L.) kullanarak bisküvilerde fiziksel, kimyasal ve duyusal etkileri gözlemlemiştir. Sonuç olarak pelit unu ilaveli bisküviler, bileşiminde pelit unu olmadan hazırlanan kontrol bisküvilerine göre önemli ölçüde ($p < 0.05$) daha yüksek fenolik içeriği, antioksidan aktivite ve oksidatif stabilite göstermiştir. Pelit unu miktarı yükseldikçe bu değerlerin de artış gösterdiği belirtilmiştir. Görünüm olarak, pelit unu katkılı bisküviler, kontrol bisküvilerine göre daha koyu renkli, daha iri, daha hacimli ve daha ufalanabilir

olmuştur. Pelit unu eklenmiş bisküvilerde daha yüksek seviyelerde Maillard reaksiyonlu uçucu bileşiklerin (özellikle furanlar) yanı sıra fermentatif alkoller ve esterler gözlemlenmiştir.

Park, Joo ve Kim (2017) yaptıkları araştırmada pelit unu ile üretilen ekmekleri kalitesindeki değişiklikleri depolama dönemleri boyunca incelemişlerdir. %5-25 oranında pelit unundan yapılan ekmekler oda sıcaklığında ve dondurucuda saklanırken ekmeklerin hacmi, rengi, dokusu değerlendirilmiştir. Çalışmada pelit ununun artmasıyla ekmeğin hacminde azalma meydana geldiği ve duyusal değerlendirmede ise düşük puanların ortaya çıktığı açıklanmıştır. Tekstürel ölçümlerde, depolama dönemlerinde sertliğin, esnekliğin ve kırılğanlığın önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir. Pelit unu içeriğinin artmasıyla oda sıcaklığındaki depolamada yapışkanlık ve kırılğanlığın azaldığı açıklanmıştır. Derin dondurucuda depolamada pelit unu ilavesi sertlik, ve kırılğanlığın artmasına neden olmuştur. Ancak, sonuç olarak pelit unu içeren ekmeklerin depolama sürelerinde tekstürel özelliklerin makul bir seviyede kaldığı bildirilmiştir.

1.3. Ekşi Maya

Ekmek, dünyada en çok tüketilen gıdalardan biri olup, geçmişten bugüne dek insanların eliyle geliştirmiş olduğu ürünlerin arasında önemli bir yer tutmaktadır. Başka ürünlerle kıyaslandığında besleyici özelliği daha fazla ve ulaşılması hem kolay hem de ucuz bir gıda ürünüdür. Son yıllarda tüketicinin daha doğal, lezzetli ve sağlıklı gıdalara olan talebinin artması nedeniyle geleneksel mayalı ekmek üretimi ve dolayısıyla ekşi maya kullanımı ön plana çıkmaktadır (Arendt, Ryan, & Bello, 2007; Yıldız, Çakıcı, Uslu, & Uslu, 2021).

Antik Mısırlılar MÖ 3500'lerde mayalı ekmeği elde etmişlerdir. Ekmek yapısal olarak geçmişten bugüne kadar zaman içinde farklı değişimlere uğramıştır. Ekşi maya, ilk olarak 1850 yılında Viyana şehrinde uygulanmış ve bu işlem bugünkü ekmeklerin üretiminde halen kullanılmaktadır. Bira fabrikalarında ve damıtma tesislerinde kullanılmak üzere maya üretimi için kullanılan yöntemlere dayanarak, piyasada bulunan ilk ekşi hamur mayası hazırlığı 1910'lu yıllarda geliştirilmiştir (Vuyst & Neysens, 2005; Brandt, 2007; Çelik, 2019).

Ekşi maya yapımında daha çok çavdar ve buğday unları kullanılmaktadır. Türkiye, İtalya, Mısır ve Yunanistan benzeri bölgelerde daha çok buğday unu kullanılır. Çavdar

ununu ise daha çok Orta, Doğu ve Kuzey Avrupa bölgelerinde yaşayan insanlar ekşi maya yapımında kullanmaktadırlar. Günümüzde artık bu unlara benzer unlarla da ekşi mayalı ekmekler üretilmektedir. Geleneksel hamur mayası un, su ve tuz ile oluşturulan önceki ekmek hamurundan ayrılan bir hamur parçası kısmıdır. Bu hamur parçası depolanırken, başlangıçta un içinde bulunan laktik asit bakterilerinin (LAB) metabolik aktivitesinin neden olduğu laktik asit fermantasyonu gerçekleşir. Ekşi maya, başlangıç kültürü olarak kullanılan canlı maya ve laktik asit bakterileri içeren un ve su karışımından oluşmaktadır. *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. delbru-eckii*, *Lb. farciminis*, *Lb. mindensis*, *Lb. amy-lovorus*, *Lb. johnsonii*, *Lb. sanfranciscensis*, *Lb. brevis*, *Lb. fermentum*, *Lb. pontis*, *Lb. Reu-teri*, *Lb. fructivorans*, *Lb. panis*, *Lb. buchneri*, *Lb. plantarum* *Pediococcus pentosaceus* ekşi maya üretiminde yararlanılan laktik asit bakterilerindendir. Laktik asit bakterileri asıl olarak hamur asitlenmesinden sorumlu iken mayalar CO₂ üretimi gerçekleştirir (Hansen & Schieberle, 2005; Plessas, ve diğerleri, 2007; Carnevali, Ciati, Leporati, & Paese, 2007; Solak, 2020; Demir, 2021). Sadece un ve su karışımından meydana gelen hamur müdahale edilmeden belli bir zaman sonrasında farklı bir hal alarak içerisinde gaz baloncukları oluşmaktadır. Hamur kendini bıraktıktan sonra kokusunda değişim görülmekte ve hamur daha yumuşak bir kıvama gelmektedir. Hamurun uğradığı farklılıkların oluşumunda, içinde bulunan su ve unun yanında hamurun bulunduğu mekânda yer alan mikroorganizmaların da etken olduğu bilinmektedir. Hiçbir müdahale olmadan mayalanan ve tadında ekşimsi bir tat meydana gelen hamura ekşi maya ya da ekşi hamur ismi verilmektedir (Carbonetto, Ramsayer, Nidelet, Legrand, & Sicard, 2018; Yıldız, Çakıcı, Uslu, & Uslu, 2021). Ekmeğin besinsel faydalarını arttırmak, duyuşal niteliklerini geliştirmek ve daha uzun bir raf ömrü elde edebilmek için ekşi maya işlemi yüzyıllardır kullanılan bir yöntemdir. Bu anlamda ekşi hamur fermantasyonu kullanımı, fırıncılık alanında daha kaliteli tat elde etmede ve bozulmanın ötelenmesinde önem arz etmektedir. Ekşi mayanın olumlu etkileri yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur. Ekşi mayanın kullanılması sonucunda ekmeğin glisemik indeksinin düştüğü (GI) ortaya çıkmıştır. Ayrıca ekşi maya fermantasyonu, tam buğday ekmeğinin fitat içeriğinin indirgenmesinde etken olmaktadır (Gobetti vd. 2019; Zannini & Gobetti, 2019). Ekşi maya aslında daha çok ekmeğin lezzetini arttırmak amacıyla uygulanmakta ve mayanın hamurun içine dahil edilmesiyle ekmeğin yapısında önemli değişiklikler

görülmektedir. Proteinleri oluşturan temel yapı taşları olan amino asitler ekmeğin tadında bir gelişme ve düzelme görülmesini sağlamaktadır. (Arendt, Ryan, & Bello, 2007). Ekşi maya yapımının ucuz olması ve birçok faydasının bulunmasından dolayı bütçe açısından pahalı bulunan malzemelere olan gereksinimi azaltıp farklı tahıllarla biraraya getirilip ileri kalitede glutensiz ekmek üretiminde kullanılabilir. Bu anlamda, ekşi mayalı ekmeğin tüketimi günümüzde oldukça yaygın olup ekşi mayalı ekmek bir niş gıda ürünüdür (Moroni, Bello, & Arendt, 2009).

Üretilen ekmeklerde kullanılan ekşi maya sayesinde ekmeklerin değerlerinde iyileşme görüldüğü saptanmıştır. Araştırmalarda ekşi maya ile üretilen ekmeklerin kazanımları şu şekilde verilmiştir.

- Hamura esnek bir nitelik vererek, içinde bulunan glutenin ekmeğin içerisinde olumlu bir izlenim vermesini sağlamaktadır. Bu anlamda ekşi maya hamurun niteliklerinde iyileşme meydana getirir (Salovaara & Spicher, 1986).

- Şekil olarak pürüzsüz ve düzgün, doku olarak ise yumuşak olan ekmeklerde genellikle ekşi maya kullanımı olduğu görülmüştür. Ekmeklerde hacmin artması ve şişmesi de ayrıca ekşi maya kullanımından dolayı olduğu açıklanmıştır (Kline & Sugihara, 1971; Lörner, Welander, Molin, & Dostalek, 1986; Salovaara & Valjakka, 1987).

- Ekşi maya ile üretilen ekmeklerin aroma ve lezzetinin daha keskin olduğu ve küflenmenin, bayatlama süresinin uzadığı da saptanmıştır (Dığrak & Özçelik, 1991).

- Sünme (rop) hastalığına neden olan *Bacillus subtilis* adlı bakterinin de etkili olmasına mani olduğu belirtilmiştir (Salovaara & Valjakka, 1987).

- Ekşi maya, unda bulunan nişastanın enzime bağlı olarak dağılma süresini uzatmakta ve unun içerisinde suyu hapsedme yeteneğini yükseltmektedir (Savola, Salovaara, & Engvist, 1982). Ayrıca ekşi maya fermantasyonu esnasında canlı bakteri ve mayaların da meydana geldiği ve ekşi maya fermantasyonu devamında prebiyotik nitelikleri olan ekzopolisakkaritlerin meydana geldiği belirtilmektedir (Solak, 2020).

Ekşi maya fermantasyonu sürecinde mayalanmanın ve ekmeğin üretimi için daha fazla zamana ihtiyaç duyulması ve üretimde bir devamlılık sağlanamadığından dolayı geleneksel tekniklerle ekşi hamur fermantasyon yöntemi eskiye oranla daha az tercih edilmektedir. Ekşi maya ile ekmek üretimi hala bazı bölgelerde kullanılmaktadır. Bununla birlikte modern dünyada insanların gıdalarda daha az kimyasal ürün kullanan

işletmelere ve buralarda üretilen besinlere eğilim göstermesiyle birlikte ekmeklerde ekşi maya kullanımı yeniden gün yüzüne çıkmaya başlamıştır. Dünyada ve ülkemizde ekşi maya fermentasyonunun birçok yararlarından ötürü bu alanda çalışmaların çoğaldığı bilinmektedir (Plessas vd. 2011).

1.3.1. Nohut Mayası

Nohut, sıcak, ılıman ve yarı kurak iklime sahip bölgelerde üretilmektedir. Dünyada nohut, tüketilen baklagil gıdaları arasında üçüncü sıradadır. Türkiye’de nohut tüketimi önemli bir yere sahiptir. Tane baklagillerin arasında yer alan nohudun protein açısından (%20-22) yüksek olması tüketimini önemli hale getirmektedir. Bundan dolayı nohut yetiştirildiği bölgelerdeki insanlar için beslenmede önem arz etmektedir (ebi, 2009).

Dünyanın birçok yerinde nohuttan elde edilen farklı fermente besinler bulunmaktadır. Ülkemizde de bu duruma örnek olarak nohut mayasından yapılan ekmek türleri bulunmaktadır. İç Anadolu, Akdeniz, Ege bölgesi ve Trakya bölgesinde evlerde tatlı maya olarak da anılan nohut mayasından ekmekler yapılmaktadır. Nohut mayasının yapımı ise kaynamış su, tuz ve nohutun karıştırılıp 40°C’de 16-18 saat süreyle mayalanma işleminden sonra elde edilen nohut szntsnn alınmasıyla gerekleşiş. Nohut mayası hamuru elde edebilmek için ise sznt un ve tuz ile bir araya getirilip istenilen kıvam ve hacim elde edilene kadar işlemeye devam edilir. Oluşan mayalı hamur sonucunda ortaya çıkan ekmekler tatlı maya ekmeği ya da nohut mayalı ekmek olarak isimlendirilmiştir. Nohut mayasının tutturulması zordur ve bu mayanın hassas olmasından kaynaklanan bir süreçtir. Süreci zor kılan ise un, tuz ve nohut parçacıklarından oluşan bir mayanın oluşumudur (Coşkun, 2017).

şahin, Koyuncu ve Sayaslan (2018) tarafından yapılan araştırmada glutensiz ekmek formülasyonlarına %15, %30, %45 oranlarında nohut mayasından elde edilen sznt eklenerek tatlı mayalı glutensiz ekmekler üretilmiştir. Genel olarak çalışma dahilinde nohut mayasının % 30 ve %45 oranlarında ekmeğin hacmini ve antioksidan değerlerini arttırdığı gözlemlenmiştir. Neticenin en iyi olduğu ekmek ise %30 nohut mayası kullanılan ekmek olduğu bildirilmiştir.

Ertop ve Coşkun’un (2018) yaptığı çalışmada buğday ekmeği formülasyonunda optimize edilmiş kurutulmuş nohut mayası (%10,21) ve aktif kuru maya (%0,63) kullanılmıştır. Sonuç olarak ekmeğin hacmi ve kabuk kalınlığı artmış ve ekmeğin

dokusunda daha küçük ve homojen gözenek yapıları elde edilirken; kurutulmuş nohut mayası kullanılarak antioksidan aktivite, mineral içeriği, mikrobiyal açıdan raf ömrü ve mikro dokusal özelliklerin iyileştirildiği belirtilmiştir. Kurutulmuş nohut mayasının ekmek veya diğer unlu mamullerde doğal ve kullanıma hazır bir katkı maddesi olarak kullanılabileceği bildirilmiştir. Fonksiyonelliği ve raf ömrü açısından incelenmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Çebi (2009) çalışmasında laboratuvar ortamında geleneksel olarak elde edilen nohut mayası ve nohut mayalı hamurun mayalanma aşamasındaki değişimleri incelenmiştir. Elde edilen verilere göre mayalanma süresince nohut mayalı hamur ve nohut mayasının pH'sının laktik asit bakterilerince düşürüldüğü gözlemlenmiştir. Mayalanma işleminden sonra nohut mayasının son pH'sı 4.88 iken nohut mayası hamuru pH'sı ise 4.77 olduğu açıklanmaktadır. Çalışmada izole edilen bakterilerin ekmek ve fermente besinlerin üretiminde kullanılmasının faydalarının araştırılması gerektiği açıklanmaktadır.

Baykara (2006) yaptığı araştırmada pres maya, nohut mayası (%100) ve pres maya + nohut mayasından meydana gelen farklı üç maya kullanılarak beyaz buğday unu ile ekmek üretmiştir. Yapılan hamurlarda mayalanma sürecinde oluşan farklılıkları saptamak gayesiyle pH ve reofermentometre analizleri ve örneklerde de su, hacim, nem, pH, renk, sertlik ve duyuusal incelemeler yapılmıştır. Sonuç olarak nohut mayasının fermentasyonun uzun olması ile ekmekte ekşimsi bir aroma elde edilmiştir. Buna göre nohut mayasından yapılan ekmeğe pres yaş maya ilave edildiğinde mayalanma süreci daha da kısa olacağından bu aromanın daha aza indirildiği gözlenmiştir. Nohut mayası ile üretilen ekmeklerin kabuğunun ve içinin daha sert olduğu bildirilmiştir. Nohut mayalı ekmeklerin iç renginin ise diğer ekmeklere göre daha koyu olduğu açıklanmıştır. Çalışmada nohut mayasının ve pres yaş mayanın birlikte geleneksel yöntemlerle ekmek üretiminde kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Bu çalışmada pelit unun glutensiz ekmek üretiminde toz formunun yanı sıra nohut mayalı ve nohut mayasız olarak farklı iki şekilde fermente edilmiş halde farklı ilave seviyelerinde kullanımının ürün kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. BÖLÜM: MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Glutensiz ekmeğin hazırlanması için ihtiyaç duyulan gıda maddeleri; pirinç unu, mısır nişastası, pres yaş maya, tuz, toz şeker, kabartma tozu ve ayçiçek yağı Karaman'daki yerel marketlerden temin edilmiştir. Tam yağlı süt tozu Enka Süt Ürünleri A.Ş.'den (Konya) ve guar gam Kimbiotek Kimya Maddeleri A.Ş.'den (İstanbul) temin edilmiştir. Nohut yerel bir baklagil perakendecisinden satın alınmıştır. Pelitler (*Quercus ithaburensis*) olgunluk aşamasında Konya ilinde toplanmış ve dış kabukları ve zarları alındıktan sonra acılık giderme işlemi için ıslatılmıştır (1:50 g/mL). Daha sonra kurutulup laboratuvar ölçekli bir değirmen (Bosch, MKM600) ile un haline getirilmiştir. Pelit unu (PU) kullanılıncaya kadar bir buzdolabında (4 °C) saklanmıştır.

2.2. Metod

2.2.1. Pelit Unu Fermantasyonu

Pelit ununun fermantasyonu için Katina vd. (2007) tarafından verilen metod modifiye edilerek kullanılmıştır. Fermantasyon işlemi için iki farklı yol izlenmiştir. İlk fermantasyon işleminde 126 g pelit unu, 5 g ekmek mayası, 5 g şeker, 201 g su karıştırılmış ve elde edilen karışım 30°C'de 20 saat fermente edilmiştir. İkinci fermantasyon işleminde ise ilkinden farklı olarak nohut mayası (iri öğütülmüş nohut (100 g), tuz (1 g) ve su (350 ml) karışımının 40°C'de 16 saat fermente edilmesi sonucunda oluşan süzöntü) (Şahin ve ark., 2018)) su yerine kullanılmıştır.

2.2.2. Glutensiz Ekmeklerin Üretimi

Glutensiz ekmek üretimi Yeşil ve Levent (2022) tarafından uygulanan metoda göre yapılmıştır. Glutensiz hamur formülasyonu 100 g glutensiz un (pirinç unu:mısır nişastası 50:50), 3 g pres yaş maya, 1.5 g tuz, 6 g şeker, 2 g kabartma tozu, 5 g tam yağlı süt tozu, 5 ml ayçiçek yağı, 1 g guar gum ve 180 ml sudan oluşmaktadır. Tüm bileşenler tek seferde homojen bir hamur kıvamı elde etmek için bir karıştırıcıda (Kitchen-aid, Artisan Series, Greenville, OH, ABD) karıştırılmıştır. Fermantasyon işlemi 30 °C'de 30 dakika %85 nisbi nem ile gerçekleştirilmiştir ve elde edilen karışımlar fırında (Bosch HGD52D120T, İstanbul, Türkiye) 180 °C'de 25 dakika pişirilmiştir. Sonrasında deneysel değerlendirmeden önce ekmek örnekleri en az 1 saat

süreyle soğutulmuştur. Zenginleştirilmiş glutensiz ekmeklerin üretimi için kuru glutensiz un karışımı %15, 30 ve 45 oranlarında kuru ağırlık esasına göre fermente edilmemiş veya farklı yöntemlerle fermente edilmiş PU ile ikame edilmiştir. Ekmek denemeleri 3 farklı PU tipi (toz, nohut mayası ile fermente edilmiş ve nohut mayasız fermente edilmiş) x 4 PU oranı (% 0, 15, 30 ve %45) x 2 faktöriyel dizaynı ile 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

2.2.3. Hammadde ve Ürün Analizleri

2.2.3.1. Fiziksel Analizler

2.2.3.1.1. Renk

Örneklerin renk değerleri, Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Burada L^* beyazlığı (100) - siyahlığı (0), a^* kırmızıyı (+) - yeşili (-) ve b^* sarıyı (+) - maviyi (-) göstermektedir (Francis, 1998). Tüm ölçümler üç farklı noktadan alınmıştır.

2.2.3.1.2. Ağırlık, Hacim ve Spesifik Hacim

Glutensiz ekmeklerin ağırlıkları hassas terazi ile belirlenmiştir ve hacim tayini için kolza tohumu yer değiştirme yöntemi kullanılmıştır. Ekmeğin spesifik hacmi, hacim değerlerinin ekmek ağırlığına bölünmesiyle hesaplanmıştır (Elgün vd. 2001).

2.2.3.2. Tekstür Özellikleri

Glutensiz ekmek numunelerinin sertlik ölçümü için tekstür cihazı (TA-XT2, Stable Microsystems, Surrey, UK) (36 mm çapında silindirik prob ve 5 kg yük hücresi ile) kullanılmıştır. Ölçümler, genişliği 25 mm olan ekmek dilimleri üzerinde %25 sıkıştırma yüksekliği ile maksimum kuvvet (g) olarak yapılmıştır. Ön test hızı, test hızı ve son test hızı parametreleri sırasıyla 1.00 mm/sn, 1.70 mm/sn ve 5.00 mm/sn'dir.

Bayatlama kinetiği, depolama ile birlikte elde edilen sertlik değerlerinin (0, 1, 2 ve 3 gün) Avrami denkleminde (Denk 2.1) göre uyarlanmasıyla belirlenmiştir. Burada θ yeniden kristalleşmenin fraksiyonudur, T_0 , T_∞ ve T_t sırasıyla sıfır, sonsuz ve t zamanlarındaki sertlik değerleridir. k sabit orandır ve n Avrami üssüdür (Armero ve Collar, 1998; Salinas ve Puppo 2018).

$$\theta(t) = (T_\infty - T_t) / (T_\infty - T_0) = \exp(-k.t^n)$$

Denk. 2.1

Kristalizasyon yarılanma süresi ($t_{1/2}$), yarı tamamlanmış (%50) kristalleşme derecesi olarak verilmektedir. Denk. 2.2'ye göre kinetik parametreler k ve n 'den türetilmektedir (Salinas ve Puppo 2018).

$$t_{1/2} = (\ln 2 / k)^{1/n}$$

Denk. 2.2

2.2.3.3. Kimyasal Analizler

2.2.3.3.1. Nem

Formülasyonunda kullanılan pirinç unu, mısır nişastası, pelit unu ile glutensiz ekmek örneklerinin nem miktarı 135 °C'de 2 saatlik kurutma normu (AACC 44-19) kullanılarak tespit edilmiştir (AACC, 1990).

2.2.3.3.2. Kül

Hammaddelerin ve glutensiz ekmek örneklerinin kül miktarı AACC (08-01) metodu kullanılarak belirlenmiştir. Örnekler, 550 °C'deki kül fırınında açık gri renkte kül elde edilinceye kadar yakılmıştır (AACC, 1990).

2.2.3.3.3. Protein

Örneklerin protein tayini AACC (46-12) metodu uygulanarak, Kjeldahl yöntemiyle yapılmıştır ve hesaplamada 6.25 çarpım faktörü kullanılmıştır (AACC, 1990).

2.2.3.3.4. Ham Yağ

Hammaddeler ve glutensiz ekmek örneklerinin yağ miktarı tayini için AACC (30-25) metodu kullanılmıştır. Örnekler soxhelet cihazı kullanılarak hekzan ile ekstrakte edilmiştir ve daha sonra solvent uzaklaştırılmıştır. Kalıntı sabit tartıma gelinceye kadar kurutulup tartılmıştır ve sonuç % olarak bildirilmiştir (AACC, 1990).

2.2.3.3.5. Toplam Fenolik Madde

Wronkowska vd. (2010)'nın metodu modifiye edilerek örneklerin hem toplam fenolik madde miktarının hem de antioksidan aktivite kapasitesinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Örneklerin ekstraksiyonu için 1 g örnek %80'lik metanollü su (10 ml) ile 1 saat boyunca çalkalamaya bırakılmıştır ve sonrasında 5000 rpm'de 15 dk santrifüj edilerek süpernatant kısmı alınmıştır. Toplam fenolik madde içeriğinin belirlenmesi için 0.1 ml ekstrakt üzerine 0.9 ml damıtılmış su ilave edilmiş ardından 1 ml %10

seyreltilmiş Folin-Ciocalteu ayracı (Merck, Almanya) ve 2 ml %10'luk sodyum karbonat (Merck, Almanya) solüsyonu eklenip karıştırılmıştır. 1 saat oda sıcaklığında inkübasyona bırakılarak spektrofotometrede (Shimadzu UV-1800 UV/Visible Scanning Spectrophotometer; 115 VAC, US) 765 nm'de absorbans değerleri ölçülmüştür. Sonuçlar gallik asit cinsinden verilmiştir.

2.2.3.3.6. Antioksidan Aktivite Tayini

Yukarıda belirtildiği gibi Wronkowska vd. (2010)'nın metodu modifiye edilerek antioksidan aktivite tayini için kullanılmıştır. DPPH (2,2-difenil-1- pikrilhidrazil) solüsyonu 0.01 g DPPH'ın 25 ml %80'lik metanolde çözündürülmesiyle hazırlanmıştır. Analiz için 0.1 ml ekstrakt üzerine 0,25 ml DPPH solüsyonu ilave edilmiş ve üzerine 2 ml %80'lik metanol çözeltisi eklendikten sonra 20 dk oda sıcaklığında karanlıkta bekletilmiştir. Kör okuma için 0.25 ml DPPH solüsyonu üzerine 2.1 ml %80 metanol ilave edilmiştir. Spektrofotometrede (Shimadzu UV-1800 UV/Visible Scanning Spectrophotometer; 115 VAC, US) 517 nm'de absorbans değerleri tespit edilmiştir. Sonuçlar aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = \left[\frac{(\text{Abs}_{\text{kör}} - \text{Abs}_{\text{örnek}})}{\text{Abs}_{\text{kör}}} \right] \times 100 \quad \text{Denk. 2.3}$$

(Abs_{kör}: Kör absorbans değeri) (Abs_{örnek}: Örnek absorbans değeri)

2.2.3.3.7. Mineral madde

Mineral madde tayini için, kurutulmuş numuneler sülfürik asit ile muamele edilmiştir ve oda sıcaklığında 24 saat tutulmuştur. Sülfürik asit eklenmiş numuneler ısıtılırken renk ağarması için hidrojen peroksit kullanılmıştır. Örnekler süzölmüş ve mineral değerleri süzöntülerden elde edilmiştir. Mineral miktarları indüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi (ICP–MS) (Agilent 7700 serisi; Agilent Technologies Tokyo, Japonya) ile tespit edilmiştir ve mineral değeri sonuçları mg/100g olarak verilmiştir.

2.2.3.4. Duyusal analiz

Çalışmada üretilen ekmekler eşit bir şekilde boyutlandırılmış ve panelistlere rastgele sırayla sunulmuştur. Panelistlerden örnekleri renk, gözenek yapısı, simetri, tat, koku ve genel kabul edilebilirlik kriterlerini kullanarak değerlendirmeleri istenmiştir. Panelistler yedi puanlı hedonik skala (1=çok kötü, 7=çok iyi) kullanarak değerlendirme yapmıştır. Tatların birbirine karışmaması için panelistlere örnekler arasında su verilmiştir.

2.2.3.5. İstatiksel analiz

İstatistiksel analiz SPSS 20 istatistik programı (Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp) kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuştur ve ortalamalar arasında ayırım yapmak için Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılmıştır. Tüm ortalama karşılaştırmalar için %5'lik bir anlamlılık düzeyi kabul edilmiştir.



3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1. Hammaddelerin Analiz Sonuçları

Glutensiz ekmek üretiminde kullanılan hammaddelerin kimyasal analiz sonuçları Tablo 1’de verilmiştir. Kullanılan hammaddelerin nem içeriği incelendiğinde değerler 5.20 ile 9.36 g/100g arasında olup pelit unu en düşük nem içeriğine sahiptir. Pelit unu, pirinç unu ve mısır nişastasına kıyasla daha yüksek oranda kül içeriğine sahiptir. Kül içerikleri sırasıyla şöyledir: 0.95, 0.73 ve 0.22 g/100g. Ürünlerin protein içeriği incelendiğinde ise pelit unu 5.29, pirinç unu 3.82 ve mısır nişastası ise 0.97 g/100g değerlerini almaktadır. Pelit ununda önemli oranda yağ içeriği bulunmakta olup hammaddelerin yağ içeriği sırasıyla 9.82, 0.93 ve 0.55 g/100g’dır. Çalışmada kullanılan hammaddelerin toplam fenolik madde miktarları kıyaslandığında ise pelit unu en yüksek değere sahip olurken pirinç unu ve mısır nişastasının daha düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 992.03, 17.11 ve 9.22 mg GAE/100g’dır. Hammaddelerin antioksidan aktivite değerleri toplam fenolik madde miktarı sonuçlarında olduğu gibi pelit ununda belirgin bir şekilde yüksek görülmüştür. Sonuçlar incelendiğinde pelit unu antioksidan aktivite değerinin (87.40) pirinç unu antioksidan aktivite değerinden (7.75) 11.2, mısır nişastasının antioksidan aktivite değerinden (2.12) 41.2 kat fazla olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Glutensiz ekmek üretiminde kullanılan hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları

	Pelit unu	Pirinç unu	Mısır nişastası
Nem (g/100g)	5.20±0.08 ^b	9.24±0.04 ^a	9.36±0.01 ^a
Kül (g/100g)	0.95±0.01 ^a	0.73±0.03 ^b	0.22±0.01 ^c
Protein (g/100g)	5.29±0.10 ^a	3.82±0.04 ^b	0.97±0.08 ^c
Yağ (g/100g)	9.82±0.05 ^a	0.93±0.13 ^b	0.55±0.06 ^c
Toplam fenolik madde (mg GAE/100g)	992.03±6.19 ^a	17.11±0.32 ^b	9.22±0.47 ^b
Antioksidan aktivite (%)	87.40±1.15 ^a	7.75±0.07 ^b	2.12±0.81 ^c
Ca (mg/100g)	48.01±0.34 ^a	15.99±0.16 ^c	18.46±0.12 ^b
K (mg/100g)	505.80±3.45 ^a	132.09±0.98 ^b	6.36±0.24 ^c
P (mg/100g)	309.60±3.00 ^a	239.87±2.58 ^b	171.54±0.47 ^c
Mg (mg/100g)	30.07±0.16 ^a	28.72±0.22 ^b	6.29±0.01 ^c
Mn (mg/100g)	0.11±0.00 ^b	0.70±0.01 ^a	0.07±0.01 ^c
Fe (mg/100g)	0.76±0.03 ^a	0.38±0.03 ^b	0.12±0.01 ^c

Farklı harfle işaretlenmiş aynı satırdaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)

Çalışmada kullanılan hammaddelerin (pelit unu, pirinç unu, mısır nişastası) mineral madde değerleri; Ca, K, P, Mg, Mn ve Fe miktarları sırasıyla 15.99-48.01 mg/100g, 6.36-505.80 mg/100g, 171.54-309.60 mg/100g, 6.29-30.07 mg/100g, 0.07-0.70 mg/100g ve 0.12-0.76 mg/100g aralıklarında tespit edilmiştir. Pelit ununun, Mn hariç diğer mineral madde miktarları karşılaştırıldığında hepsinde en yüksek değere sahip olduğu görülmüştür.

Pelit unu tahıllarla karşılaştırılabilir düzeyde besinsel bileşime sahiptir ve bileşiminde yağları, karbonhidratları, proteinleri, amino asitleri ve vitaminleri bulundurmaktadır. (Rosenberg, 2008).

Szabłowska vd. (2020) pelit ununun kimyasal özelliklerini incelediklerinde pelitin %4.32-5.00 protein, %8.44-13.86 yağ, %1.81-2.04 kül ve %5.40-22.05 su içerdiğini tespit etmişlerdir. Pelit ununun içeriğinde yer alan karbonhidratların çoğunluğunun nişastadan oluşması (%31-51) nedeniyle ekmek ve hamur işi ürünlerinde hammadde olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Martins vd. (2022) çalışmalarında kullandıkları pelit ununun %8.15 nem, %1.61 kül, %4.28 protein ve %11.39 yağ içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Pelit ununun mineral içeriğinde ise K mineralinin en fazla (697.10 mg/100g) bulunan mineral olduğunu ve bunu sırasıyla P (81.56 mg/100g), Mg (65.82 mg/100g), S (57.15 mg/100g), Ca (51.66 mg/100g) minerallerinin takip ettiğini bildirmişlerdir. Mn, Fe ve Zn mikro elementlerinin de 7.78, 0.81 ve 0.54 mg/100g düzeyinde bulunduğunu belirlemişlerdir.

Rybicka vd. (2017) pelit ununun Ca, K, Mg, Na makro elementlerini 164.00, 379.00, 54.20, 1.70 mg/100g, Cu, Fe, Mn, Zn mikro elementlerini ise 1.04, 18.61, 3.65 ve 0.83 mg/100g düzeyinde içerdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca pirinç ununa kıyasla daha yüksek Cu, Fe, Mn, Zn, Ca, K ve Mg içerdiğini tespit etmişlerdir.

L'opez-Hidalgo vd. (2021) 9 farklı meşe ağacından elde ettikleri pelitleri kullanarak pelit ununun kimyasal kompozisyonu tespit etmeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda kül miktarını 1.37-1.76, protein miktarını 3.84-6.09 ve yağ miktarını 9.34-13.00 g/100g olarak tespit etmişlerdir.

Mousavi vd. (2021), pelit ununun nem içeriğini %4.12, yağ içeriğini %6.49, kül içeriğini %2.19, protein içeriğini %11.13, toplam fenolik madde içeriğini ise 49.80 mg GAE/100g olarak bildirmişlerdir.

Shiri vd. (2021) çalışmalarında pelit ununun %5.95 nem, %5.40 protein ve %8.47 yağ içerdiğini bildirmişlerdir.

Youssef (2023) çalışmasında 3 farklı pelit çeşidi kullanarak pelitlerin kimyasal ve besinsel değerlerini incelemiştir. Pelit örneklerinin kül miktarının 1.37-3.98 g/100g aralığında, yağ miktarının ise 0.45-18.60 g/100g aralığında değişim gösterdiğini bildirmiştir.

Çetin vd. (2023) çalışmalarında pelitleri farklı sıcaklıklarda (40, 60, 80, 100 ve 120 °C) kurutarak kimyasal bileşimlerini incelemiştir. Pelitlerin kül miktarlarının 2.42-2.60 g/100g aralığında değiştiğini ve sıcaklık seviyesi arttıkça kül miktarında azalma olduğunu bildirmişlerdir. Örneklere ait mineral madde içerikleri ise şöyledir: Ca 959.05-2404.42 ppm, K 6024.72-9161.80 ppm, P 1288.94-2088.00 ppm, Mg 365.07-586.13 ppm, Mn 4.06-6.39 ppm, Fe 9.76-10.90 ppm.

Vinha vd. (2016) 4 farklı pelit çeşidi kullanarak yaptıkları çalışmada yağ içeriğini 2.00-8.00 g/100g, protein içeriğini 4.00-9.00 g/100g, kül içeriğini ise 1.20-2.50 g/100g aralığında tespit etmişlerdir. Pelit ununda tokoferoller ve fenolik asitler, flavonoidler ve tanenler gibi fenolik bileşiklerin birincil biyoaktif bileşikler olarak kabul edildiğini bildirmişlerdir. Pelitlerin fenolik içeriği incelendiğinde 18.00 ile 32.00 mg GAE/g, DPPH inhibisyonu incelendiğinde ise sonuçların %42.00 ile %74.00 aralığında olduğu görülmektedir.

3.2. Glutensiz Ekmek Analiz Sonuçları

3.2.1. Glutensiz Ekmek Örneklerine Ait Fiziksel Analiz Sonuçları

3.2.1.1. Renk

Glutensiz ekmeklerin kabuk rengi

Glutensiz ekmeklerin kabuk renk değerlerine (L^* , a^* ve b^*) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, pelit unu (PU), fermente edilmiş pelit unu (FPU) ve nohut mayası ile fermente edilmiş pelit unu (NFPU) ilave yöntemlerinin sağladığı L^* değerleri sırasıyla şöyledir: 57.11, 55.62 ve 49.75. PU ve FPU ilave yöntemleri arasındaki fark istatistiki açıdan önemsiz iken NFPU ilave yöntemi ile daha düşük L^* değeri elde edilmiştir.

a^* değeri incelendiğinde ise PU ve FPU ilave yöntemliyle üretilen glutensiz ekmekler NFPU ilave yöntemliyle üretilen glutensiz ekmekler (5.68) ile kıyaslandığında daha düşük değerler vermiştir ve aralarındaki fark istatistiki açıdan önemsizdir (4.33-4.41).

PU, FPU ve NFPU ilave yöntemleri ile üretilen glutensiz ekmeklerin b^* değerleri 19.45 ile 21.97 arasında değişmektedir ve örnekler arasında istatistiki bir fark gözlenmemiştir.

Farklı yöntemlerin kullanıldığı pelit unlarının ilave seviyeleri arttıkça L^* değerlerinin azaldığı, a^* değerlerinin ise genel olarak arttığı tespit edilmiştir. L^* değerleri 42.26-71.88 aralığında değişim göstermiştir. a^* değeri en düşük ikame oranında 0.01 iken en yüksek ikame oranında 8.53'e yükselmiştir. Örneklere ait b^* değerleri ilave seviyelerinin artışıyla 18.97-21.85 aralığında değişim göstermiş ancak örnekler arasında istatistiki olarak önemli bir fark tespit edilememiştir.

Martins vd. (2020) %0, 23 ve 35 oranlarında pelit unu kullanarak ürettikleri glutensiz ekmeklerde artan ikame oranıyla birlikte kabukta L^* değerinin önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. Kabuk renginde a^* değerinin arttığını ancak bu artışın önemli bir fark oluşturmadığını, b^* değerinin ise azaldığını ve bu azalmanın önemli ölçüde olmadığını gözlemlemişlerdir.

Shiri vd. (2021) inülin ve farklı fermantasyon tiplerini uygulayarak %10, 30 ve 50 oranında pelit unu ikame ederek glutensiz ekmek üretimi gerçekleştirmişlerdir. Kabuk renginde, artan pelit unu oranıyla birlikte a^* ve b^* değerlerinin arttığını ancak a^* değeri için %30 ve %50 ilave oranları arasındaki farkın önemli bulunmadığını bildirmişlerdir.

Şahin vd. (2018) yaptıkları çalışmada farklı oranlarda nohut mayası ile glutensiz ekmek üretmişlerdir. %15, 30, 45 oranını kullandıkları çalışmada ekmek kabuk rengi L^* , a^* , b^* değerleri sırasıyla 32.6-37.6, 12.9-13.5, 13.0-15.5 aralığında değişim göstermiştir.

Barışık ve Tavman (2018) araştırmalarında nohutunun glutensiz ekmek üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada %0, 20, 40 ve 60 oranlarında nohut ununu glutensiz ekmek üretiminde kullanmışlar ve elde ettikleri kabuk rengi L^* , a^* ve b^* değerlerinin artış gösterdiği rapor edilmiştir.

Tablo 2. Glutensiz ekmeklerin kabuk renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnekler	n	L^*	a^*	b^*
<i>Pelit unu ilave yöntemi</i>				
PU	8	57.11±7.09 ^a	4.33±2.71 ^b	21.36±2.84 ^a
FPU	8	55.62±13.47 ^a	4.41±3.28 ^b	19.45±2.91 ^a
NFPU	8	49.75±15.14 ^b	5.68±4.07 ^a	21.97±5.09 ^a
<i>İlave seviyeleri</i>				
%0	6	71.88±3.76 ^a	0.01±0.56 ^c	18.97±5.77 ^a
%15	6	53.78±3.36 ^b	4.94±1.47 ^b	21.50±4.45 ^a
%30	6	48.72±5.39 ^c	5.74±0.69 ^b	21.39±1.17 ^a
%45	6	42.26±7.52 ^d	8.53±1.48 ^a	21.85±2.07 ^a

Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05) PU: Pelit unu FPU: Fermente edilmiş pelit unu NFPU: Nohut mayası ile fermente edilmiş pelit unu

Özülkü (2017) tarafından yapılan çalışmada farklı oranlarda nohut unu ilaveli ekşi hamurdan ekmek üretimi gerçekleştirmiştir. %0, 25 ve 50 oranında nohut unu kullanarak hazırlanan ekşi hamurdan üretilen ekmeklerin L^* ve a^* değerleri sırasıyla 56.91-67.46, 10.62-18.62 arasında değişim göstermiştir. L^* değeri %25 ve 50 oranları ile istatistiki olarak önemli bir fark oluşturmamıştır. a^* değerleri arasında da istatistiki açıdan önemli bir fark gözlenmemiştir.

Glutensiz ekmeklerin iç rengi

Glutensiz ekmeklerin iç renk değerlerine (L^* , a^* ve b^*) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3’de verilmiştir. Karşılaştırma testi sonuçları göre L^* değerleri fermente olmuş pelit unu ilaveli örneklerde daha yüksek değerler almıştır (53.04-54.29) ve aralarında önemli derecede istatistiki bir fark oluşmamıştır. PU ilave yöntemi ile elde edilen örneklerde ise L^* değeri düşüş göstermiş ve ortalama değer 51.07 olarak elde edilmiştir.

a^* değerleri incelendiğinde ise fermente olmuş pelit unu ilaveli örnekler L^* değerindeki trendin aksine daha düşük değerler vermiş (4.94-5.15) ve yine aralarında önemli derecede istatistiki bir fark oluşmamıştır. Fermente olmamış PU ilave yöntemi ile elde edilen örnekler ise daha yüksek a^* değeri sergilemiştir (5.77).

b^* değerleri incelendiğinde sırasıyla en yüksek değer PU ilave yöntemiyle, en düşük değerin ise NFPU ilave yöntemiyle sağlandığı gözlenmiştir. Fermente olmamış ve

fermente olmuş pelit ilaveli örneklerin b^* değerleri sırasıyla 20.75, 19.65 ve 18.84 olarak elde edilmiştir.

L^* değerinin artan oranlarda pelit ilavesiyle 77.22'den 41.15'e düştüğü tespit edilmiştir. Pelit ilavesi arttıkça a^* değerinin arttığı gözlenmektedir. En düşük a^* değeri ortalaması (-1.82) %0 ilaveli örneklerde iken en yüksek a^* değeri ortalaması (8.77) %45 ilaveli örneklerde tespit edilmiştir. b^* değeri incelendiğinde sonuçlar 9.01 ve 23.77 aralığında değişim göstermiş olup %0 ilave seviyesiyle en düşük sonuç elde edilmiştir. Diğer ilave seviyeleri (%15, 30, 45) ile elde edilen örneklerin b^* değerleri arasındaki farklar istatistiki açıdan önemsizdir.

Mousavia vd. (2021) %0-50 oranında pelit unu ekledikleri tost ekmeklerinde artan ikame oranıyla L^* değerinin azaldığını (91.62'den 63.32'ye) a^* ve b^* değerlerinin artış gösterip sırasıyla -1.21'den 7.75'e ve 12.70'den 17.70'e yükseldiğini bildirmişlerdir.

Shiri vd. (2021) inülin ve farklı fermantasyon tiplerini uygulayarak %10, 30 ve 50 oranında pelit unu ikame ederek glutensiz ekmek üretimi gerçekleştirmişlerdir. İç renkte pelit unu ikame oranı arttıkça L^* değerinin azaldığını, a^* ve b^* değerinin artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. %10 ve %30 pelit unu katkılı örneklerin b^* değerleri arasındaki fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Tablo 3. Glutensiz ekmeklerin iç renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnekler	n	L^*	a^*	b^*
<i>Pelit unu ilave yöntemi</i>				
PU	8	51.07±15.77 ^b	5.77±4.85 ^a	20.75±7.26 ^a
FPU	8	53.04±17.00 ^a	4.94±4.33 ^b	19.65±6.36 ^b
NFPU	8	54.29±13.28 ^a	5.15±4.29 ^b	18.84±6.33 ^c
<i>İlave seviyeleri</i>				
%0	6	77.22±3.07 ^a	-1.82±0.12 ^d	9.01±0.41 ^b
%15	6	48.03±1.47 ^b	6.44±0.55 ^c	23.13±1.49 ^a
%30	6	44.79±2.63 ^c	7.77±0.61 ^b	23.77±0.93 ^a
%45	6	41.15±2.61 ^d	8.77±0.65 ^a	23.07±1.17 ^a

Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05) PU: Pelit unu FPU: Fermente edilmiş pelit unu NFPU: Nohut mayası ile fermente edilmiş pelit unu

Martins vd. (2020) %0, 23 ve 35 oranlarında pelit unu kullanarak ürettikleri glutensiz ekmeklerde artan ikame oranıyla birlikte iç renkte L^* değerinin önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. a^* değerinin ve b^* değerinin artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Skendi vd. (2018) farklı oranlarda pelit unu ve su miktarları kullanarak ürettikleri glutensiz ekmeklerde %70 su konsantrasyonu ile L^* değerini 45.4 ile 55.8 aralığında, a^* ve b^* değerlerini ise sırasıyla -2.3 ile 9.9 ve 4.8 ile 9.9 aralığında tespit etmişlerdir. Örneklerde pelit unu kullanımı ile L^* değerinin azaldığı a^* ve b^* değerlerinin ise artış gösterdiği rapor edilmiştir.

Park vd. (2017) %0, 5, 11, 18 ve 25 oranında pelit unu ilaveli ekmekler üretmişlerdir. Ekmeklerde L^* değerinin 45.14 ve 75.11 aralığında, a^* ve b^* değerlerinin ise sırasıyla 2.48 ile 4.61 ve 12.81 ile 13.55 aralığında olduğu belirlenmiştir. L^* değerinde %11 ve üzeri pelit unu ilave değeri istatistiki olarak önemli bir fark oluşturmamıştır. Örneklerde a^* değerleri artış göstermiştir ancak a^* değerleri için %0 ve 5, %18 ve 25 oranlarında ortaya çıkan değerler arasındaki fark da istatistiki açıdan önemsiz görülmüştür. Tüm b^* değerleri arasında ise yine istatistiki olarak önemli derecede bir fark oluşmamıştır.

Korus vd. (2017) %0, 20, 40 ve 60 oranında pelit unu kullanarak ürettikleri glutensiz bisküvilerin renk özelliklerini incelemişlerdir. Artan oranlarda pelit unu kullanımının L^* değerini azalttığını (71.32'den 43.14'e) a^* değerini ise arttırdığını (7.00'dan 8.85'e) bildirmişlerdir.

3.2.1.2. Ağırlık, Hacim ve Spesifik Hacim

Glutensiz ekmeklere ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Ağırlık değerleri PU ilave yönteminde 124.38 g, FPU ilave yönteminde 122.50 g ve NFPU ilave yönteminde ise 116.31 g olarak tespit edilmiştir. Farklı pelit unu ilave seviyelerinde ise ağırlık değerleri 119.42-122.60g aralığında olup %0 ve 45 ilave seviyeleri ile daha yüksek birbirine yakın değerler elde edilmiştir.

En yüksek hacim değeri (262.37 ml) PU ilave yönteminde görülmekte olup bunu sırasıyla FPU (238.37 ml) ve NFPU (199.38 ml) ilaveli örnekler takip etmiştir. Ayrıca ilave seviyesinin artması hacim değerlerinde düzenli azalmaya neden olmuş ve bu değerler 281.66 ml'den 198.50 ml'ye düşmüştür.

Hacim değerlerinin ağırlık değerlerine bölünmesiyle hesaplanan spesifik hacim sonuçlarında da NFPU ilave örneklerin en düşük değeri verdiği fermente olmamış pelit unu ilavesiyle ise daha yüksek spesifik hacim değerleri elde edildiği görülmektedir. En yüksek değer PU ilave yönteminde 2.10 ml/g iken en düşük değer NFPU ilave yönteminde 1.70 ml/g olarak belirlenmiştir. Artan ilave seviyeleri ile birlikte spesifik

hacimde azalma meydana gelmiştir. En düşük ikame seviyesinde en yüksek spesifik hacim değeri 2.30 ml/g olurken en yüksek ikame seviyesinde ise en düşük spesifik hacim değeri 1.61 ml/g olarak belirlenmiştir.

Tablo 4. Glutensiz ekmeklerin fiziksel analiz sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnekler	n	Ağırlık (g)	Hacim (ml)	Spesifik Hacim (ml/g)
<i>Pelit unu ilave yöntemi</i>				
PU	8	124.38±1.75 ^a	262.37±24.20 ^a	2.10±0.21 ^a
FPU	8	122.50±1.67 ^b	238.37±34.02 ^b	1.94±0.29 ^b
NFPU	8	116.31±3.52 ^c	199.38±50.11 ^c	1.70±0.38 ^c
<i>İlave seviyeleri</i>				
%0	6	122.10±1.06 ^a	281.66±1.21 ^a	2.30±0.01 ^a
%15	6	119.42±5.07 ^b	235.00±48.64 ^b	1.94±0.33 ^b
%30	6	120.14±5.28 ^b	218.33±39.54 ^c	1.80±0.26 ^c
%45	6	122.60±4.40 ^a	198.50±27.02 ^d	1.61±0.17 ^d

Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05) PU: Pelit unu FPU: Fermente edilmiş pelit unu NFPU: Nohut mayası ile fermente edilmiş pelit unu

Shiri vd. (2021) spesifik hacmin hamurun pişirme sürecinde gaz tutma kapasitesi ve genişleme oranının bir göstergesi olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmalarında inülin ve farklı fermantasyon tiplerini uygulayarak, %10, 30 ve 50 oranında pelit unu ikame ederek glutensiz ekmek üretimi gerçekleştirmişlerdir. Ekşi mayaya dayalı fermantasyon uygulanarak elde edilen glutensiz ekmeklerin spesifik hacmi (cm³g⁻¹) sırasıyla şu değerlerdedir: 1.20, 1.47 ve 1.25 cm³/g ve %10 ile %50 arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

Mousavia vd. (2021) artan oranlarda pelit unu kullanımının ekmek hacmini azalttığını bildirmişlerdir. En yüksek hacim değeri (318.67 cm³) %0 pelit unu ikameli tost ekmeklerinde iken en düşük hacim değeri (240.91 cm³) %50 pelit unu katkılı tost ekmeklerinde gözlenmiştir.

Özülkü (2017) tarafından yapılan çalışmada farklı oranlarda nohut unu ilaveli ekşi hamurdan ekmek üretimi gerçekleştirilmiştir. %0, %25 ve %50 nohut unlu ekşi hamur kullanarak hazırlanan ekmek örneklerinin spesifik hacim (mL/g) değerleri incelendiğinde, nohut unlu ekşi hamurun ilave edilmesiyle birlikte örneklerde spesifik hacim değerlerinin azaldığı ve sırasıyla 2.93 (mL/g), 2.23 (mL/g) ve 2.08 (mL/g) değerlerinin elde edildiği belirlenmiştir.

Skendi vd. (2018) yaptıkları çalışmada pelit ununun glutensiz ekmek üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada %70 su konsantrasyonunda pelit unu oranları arttıkça spesifik hacim değerlerinde değişim gözlemlendiği ve %0 ve 25 ilave seviyelerinde spesifik hacim değerlerinin 2.26 (ml/g) ve 1.83 (ml/g) olarak tespit edildiği belirtilmiştir.

Park vd. (2017) çalışmalarında %0, 5, 11, 18 ve 25 pelit unu ilaveli ekmekler üretmişlerdir. Örneklerde hacim değerleri 1.100-1.530 (ml/g) aralığında değişmiştir. %25 pelit ilaveli örnekler ile en düşük hacim değeri saptanmıştır. Ağırlık değerleri ise birbirine yakın olup (338.0-348.0 ml/g) bu değerler istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmuştur. Spesifik hacim incelendiğinde ise değerler 3.18-4.47 ml/g aralığında tespit edilmiş ve en düşük değer %25 ilave oranı ile rapor edilmiştir.

Saad vd. (2015) %0, 1.5, 3 ve 4.5 oranlarında nohut mayası kullanarak ekmek üretmişlerdir ve bu ekmeklerde hacim ve spesifik hacmi incelemişlerdir. Nohut mayası kullanımının artması sonucunda hacmin ve spesifik hacmin azaldığını bildirmişlerdir. En yüksek hacim değeri (515.00 cm³) kontrolde iken en düşük değer (85.00 cm³) %1.5 nohut mayası katkılı örnekte saptanmıştır. Spesifik hacimde ise hacimdeki gibi en yüksek değer (3.52 cm³ /g) kontrole ait iken en düşük değer (0.55 cm³ /g) %1.5 nohut mayası katkılı örnekte saptanmıştır.

3.2.2. Sertlik

Glutensiz ürünlerin yapısal zorlukları düşünüldüğünde daha da öne çıkan tüketici beğenisi için ekmeğin içyapısı oldukça önemlidir ve bunun yanı sıra ürünün ticari kullanım ömrünün belirlenmesi için dokusal değişiklikler takip edilebilir (GabrielArp, JimenaCorrea, & Ferrero, 2020). Bu çalışmada ekmeğin farklı günlerdeki sertlik değerleri belirlenmiş ve iç bayatlama özellikleri Tablo 5'de gösterilmiştir.

Farklı pelit ilave yöntemleri için numunelerin başlangıç ve son sertlik değerleri sırasıyla 499.65-852.85 g ve 1219.74-1697.15 g arasında değişmiştir. En yüksek T_0 ve T_∞ değerleri NFPU katkılı ekmek örneklerine aittir. En düşük ekmek hacimleri de aynı ekmek örneklerinde elde edilmiştir ve Yeşil ve Levent (2022) de bu ilişkiye dikkat çekmiştir. Ayrıca her iki sertlik değeri de pelit unu ilavesi arttıkça artış göstermiştir. Daha önce bahsedildiği gibi pelit ilavesiyle artan su bağlama kapasitesi ve/veya yoğunluktaki değişimler, T_0 ve T_∞ değerlerinde görülen bu artışa neden olabilir. Bayatlamayı etkileyen birçok parametre olmasına rağmen nişasta retrogradasyonuna

dayalı bayatlama kinetiğini bulmak için yaygın olarak Avrami modeli kullanılmaktadır (Armero ve Collar, 1998; Salinas ve Puppo, 2018).

Tablo 5. Glutensiz ekmek kinetik parametrelerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnekler	T_0	T_∞	n	k	$t_{1/2}$	r^2
Pelit unu ilave yöntemi						
PU	580.58	1432.45	0.92	0.60	1.18	0.98
FPU	499.65	1219.74	0.73	0.84	0.77	0.93
NFPU	852.85	1697.15	1.07	0.42	1.61	0.99
İlave seviyeleri						
%0	363.82	1040.39	0.72	0.74	0.91	0.96
%15	455.63	1172.98	1.18	0.52	1.27	0.99
%30	655.69	1569.42	0.97	0.55	1.28	0.99
%45	1102.32	2016.33	0.73	0.59	1.24	0.98

T_0 : taze ekmeğin sertliği T_∞ : son ekmek sertliği n :Avrami üssü k : sabit oran $t_{1/2}$: kristalizasyon yarılanma süresi. PU: Pelit unu FPU: Fermente edilmiş pelit unu NFPU: Nohut mayası ile fermente edilmiş pelit unu.

Literatürde, $n = 1$ 'lik bir üs değerinin ani çekirdek oluşumunda çubuk benzeri bir büyümeyi, $n = 2$ 'nin düzensiz çekirdek oluşumunda çubuk benzeri bir büyümeyi temsil ettiği, $n = 3$ 'ün ise düzensiz çekirdek oluşumunda diskler şeklinde bir kristal büyümeyi temsil ettiği bildirilmiştir (McIver, Oxford, Colwell, & Elton 1968; Salinas ve Puppo 2018). Bu çalışmada elde edilen n değerleri, PU ve FPU katkılı ekmek için 1'den ($n < 1$) düşük ve NFPU katkılı ekmek örnekleri için ise 1'den ($n > 1$) yüksek değerler elde edilmiştir. Ayrıca oranlara bakıldığında bu değer sadece %15 pelit ilave seviyesi için 1'den yüksek görülmüştür. Kinetik sabit (k) değerleri ise 0.42 (NFPU eklenmiş örnekler için) – 0.84 (FPU eklenmiş örnekler için) arasında değişmiş ve burada en yüksek k değerleri kontrol ekmeğine ait olmuştur. Formülasyonda pelit unu oranı arttıkça kristal büyüme hızına bağlı k değerleri kendi arasında artış göstermiştir (0.59).

Rosell ve Santos (2010), pektin ilaveli ekmeklerin en düşük k sabitini verdiğini bildirmiş bununla birlikte çalışmada dirençli nişasta ve lif karışımı en yüksek k değerlerini göstermiş ve farklı orijinlerden gelen diyet liflerinin, nişasta jelatinleşmesi ve amilopektin retrogradasyonu üzerindeki niteliksel ve niceliksel termal profili değiştirdiğini ve ayrıca lif kaynağına bağlı olarak farklı uzunluklardaki depolama sırasındaki kinetiği de çoğunlukla etkilediği ifade edilmiştir.

Diğer taraftan FPU eklenmiş numuneler en düşük $t_{1/2}$ değerine sahip olmuştur. Pelit ununun çeşitli katkı oranları $t_{1/2}$ değerlerini kontrol örneğe ait değerden (0.91) daha yüksek olarak 1.24-1.28 arasında değiştirmiştir (Salinas & Puppo, 2018).

3.2.3. Glutensiz Ekmek Örneklerine Ait Kimyasal Analiz Sonuçları

3.2.3.1.Su

Tablo 6’da glutensiz ekmek örneklerinin su miktarlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Glutensiz ekmek örneklerine fermente edilmiş pelit unlarının ilavesi sonucunda ekmek örneklerinin su içerikleri %61.07’den %64.15’e yükselmiştir ancak FPU ve NFPU ilaveli örnekler arasındaki fark istatistiki açıdan önemsizdir. Pelit unu ilave seviyesi arttıkça su içeriği artış göstermiş olup %0 pelit unu katkılı örneklerde su miktarı %61.83 iken %45 ilave oranında bu değer %63.51’e yükselmiştir ancak %15 ve üzeri ilave seviyelerinde istatistiki açıdan önemli düzeyde fark oluşmamıştır.

Skendi vd. (2018) farklı su oranları (%65, 70 ve 75) ve pelit unu oranları (%0, 5, 15 ve 25) kullanarak ürettikleri glutensiz ekmeklerin su değerlerini % 40.01-43.73 aralığında tespit etmişlerdir.

Martins vd. (2022) %0, 23 ve 35 oranlarında pelit unu kullanarak ürettikleri glutensiz ekmeklerin su değerlerinin 52.09 ve 54.42 g/100g aralığında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Şahin vd. (2018) glutensiz ekmekte nohut mayası (%0, 15, 30 ve 45) kullanımının etkilerini araştırmışlardır. Ekmek örneklerinin su değerlerinin %46.80-49.20 aralığında değişim gösterdiğini ve örnekler arasındaki farkın istatistiki açıdan önemsiz olduğunu bildirmişlerdir.

Torabi vd. (2020) glutensiz bisküvi formülasyonuna %0, 10, 15 ,20 ve 30 oranlarında pelit unu eklemişlerdir ve pelit unu ikame oranının artması sonucunda su oranında arttığını gözlemlemişlerdir.

Tablo 6. Glutensiz ekmek örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnekler	n	Su (g/100g)	Kül (g/100g)	Protein (g/100g)	Yağ (g/100g)	Toplam fenolik madde (mgGAE/g)	Antioksidan aktivite (%)
Pelit unu ilave yöntemi							
PU	8	61.07±0.39 ^b	2.73±0.29 ^a	4.87±0.76 ^c	3.38±0.99 ^b	1.18±1.02 ^c	75.38±24.06 ^b
FPU	8	64.15±1.31 ^a	2.75±0.25 ^a	5.13±0.67 ^b	4.01±1.47 ^a	1.32±1.08 ^b	77.67±26.48 ^a
NFPU	8	63.47±1.08 ^a	2.99±0.48 ^a	5.35±0.91 ^a	4.16±1.32 ^a	1.51±1.29 ^a	76.98±26.40 ^{ab}
İlave seviyeleri							
%0	6	61.83±1.04 ^b	2.44±0.06 ^c	3.98±0.21 ^d	2.28±0.20 ^d	0.15±0.01 ^d	35.82±1.87 ^d
%15	6	62.87±1.31 ^a	2.69±0.27 ^{bc}	5.06±0.28 ^c	3.37±0.38 ^c	0.62±0.13 ^c	84.64±1.63 ^c
%30	6	63.39±1.75 ^a	2.97±0.25 ^{ab}	5.51±0.31 ^b	4.33±0.59 ^b	1.68±0.14 ^b	89.63±1.23 ^b
%45	6	63.51±2.15 ^a	3.19±0.26 ^a	5.92±0.24 ^a	5.41±0.71 ^a	2.90±0.35 ^a	96.61±2.65 ^a

Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05) PU:

Pelit unu FPU: Fermente edilmiş pelit unu NFPU: Nohut mayası ile fermente edilmiş pelit unu

3.2.3.2. Kül

Çalışma kapsamında üretilen glutensiz ekmeklerin kül miktarlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde kül değerleri 2.73-2.99 g/100g arasındadır ve fermente edilmiş pelit unları ilavesi ile örnekler arası önemli bir fark oluşmamıştır. Ekmek örneklerinde artan pelit unu ilave seviyesine paralel olarak kül miktarı artış göstermiş olup kontrolde 2.44 g/100g iken %45 ilaveli örnekte 3.19 g/100g'a yükseldiği görülmektedir.

Szablowska vd. (2020) pelit ununun yüksek kül içeriğine sahip olduğunu ve bununda mineral bileşenlerin içeriği ile yakından ilgili olabileceğini bildirmişlerdir.

Ajo (2018) çalışmasında %0, 5, 10 ve 15 oranlarında pelit unu kullandığı ekmeklerin kül miktarının %1.40 ve %2.05 aralığında olduğunu ve PU ilavesi arttıkça kül miktarlarında da artış meydana geldiğini bildirmiştir.

Martins vd. (2022) farklı oranlarda (%0, 23, 35) pelit unu ve ekşi maya (%20) kullanarak glutensiz ekmek üretimi gerçekleştirmişlerdir. Artan pelit unu oranıyla birlikte toplam mineral madde miktarının da artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Toplam mineral değerlerini sırasıyla 0.96, 1.10 ve 1.17 g/100g olarak tespit etmişler.

Korus vd. (2017) alışmalarında %0, 20, 40 ve 60 oranlarında pelit unu kullanarak glutensiz bisküvi üretmişlerdir. Pelit unu ilave oranı arttıkça örneklerin kül miktarlarının artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Örneklerin kül değerkler sırasıyla 8.70, 16.30, 24.40 ve 32.80 g/kg'dır.

Amina vd. (2018) fermentasyon ve çimlenme işlemlerinin pelit ununun fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmaya göre doğal pelit unu, fermente edilmiş pelit unu ve çimlendirilmiş pelit unu kül miktarları sırasıyla 1.85, 2.06 ve 2.00 g/100g değerklerini almıştır.

Barışık ve Tavman (2018) alışmalarında %0, 20, 40 ve 60 oranlarında nohut ununu glutensiz ekmek üretiminde kullanmışlar ve elde ettikleri kül miktarı sırasıyla 1.62, 1.93, 2.18 ve 2.45 g/100g olarak bildirmişlerdir.

3.2.3.3. Protein

Duncan oklu karşılaştırma testi sonucuna göre fermente edilmiş pelit unları ilavesinin glutensiz ekmek örnekleri üzerinde $p<0.05$ düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 6). PU, FPU ve NFPU için sırasıyla değerkler şunlardır: 4.87, 5.13 ve 5.35 g/100g'dır. Artan pelit unu ilave seviyeleri ile birlikte glutensiz ekmeklerin protein miktarı artış göstermiştir ve kontrolde 3.98 g/100g olan protein miktarı en yüksek ikame seviyesinde 5.92 g/100g'e ulaşmıştır.

Korus vd. (2015) %0, 20, 40 ve 60 oranlarında pelit unu ilave ederek ekmek üretmişlerdir. Pelit unu ilavesi arttıkça ekmeklerin protein değerkleri de artmıştır. Protein değerkleri 12.20 ve 25.01 g/kg aralığında değışim göstermiştir.

Pasqualone vd. (2019) alışmalarında %0, 30 ve 60 oranlarında pelit unu kullanarak bisküvi üretimi gerçekleştirmişlerdir. Protein değerkleri sırasıyla; 3.06, 3.28 ve 4.45 g/100g'dır.

Durmaz (2020) kurutulmuş nohut mayası ilavesinin ekmek kalitesi üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmada %0, 5, 10 ve 15 oranlarında dondurularak ve püskürtülerek kurutulmuş nohut mayası içeren unların protein bakımından önemli bir fark oluşturmadığını ve protein içeriklerinin öğütüldükleri buğdayların genetik ve yetiştirilme şartlarından etkilenildiğı açıklanmıştır.

3.2.3.4. Yağ

Glutensiz ekmeklerin yağ içeriklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Fermente edilmiş pelit unları ilavesi ile yağ miktarı yükselmiş, PU ilaveli örnekte bu değer ortalama 3.38 g/100g iken FPU ve NFPU ilaveli örneklerde sırasıyla 4.01 ve 4.16 g/100g olarak belirlenmiş ve fermente pelit unu ilaveli örneklerin ortalama yağ miktarları arasında istatistiki açıdan önemli bir fark görülmemiştir. Ayrıca yağ içeriği artan ilave seviyesine paralel olarak yükselmiş ve bu değer 2.28 g/100g'dan 5.41 g/100g'a artış göstermiştir.

Korus vd. (2015) yaptıkları çalışmada %0, 20, 40 ve 60 oranlarında pelit unu ilaveli glutensiz ekmek üretmişlerdir. Ekmeklerdeki pelit unu oranı yükseldikçe yağ değerlerinde artış olmuştur ve değerler 18.87-32.40 (g/kg) aralığındadır.

Martins vd. (2020) % 0, 23 ve 35 oranlarında pelit unu kullanarak ürettikleri glutensiz ekmeklerin yağ içeriğinin artan pelit unu oranıyla birlikte artış gösterdiğini ve %23'ün üzerinde pelit unu eklenmesinin önemli bir artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu artışın pelit ununun üründe kullanılan diğer unlara kıyasla daha yüksek yağ içeriğine sahip olmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Martins vd. (2022) farklı oranlarda (%0, 23, 35) pelit unu ve ekşi maya (%20) kullanarak glutensiz ekmek üretimi gerçekleştirmişlerdir. Artan pelit unu oranıyla birlikte yağ miktarının da artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Durmaz (2020) yaptığı çalışmada %0, 5, 10 ve 15 oranlarında dondurularak kurutulmuş nohut mayası içeren unların ilavesinin ekmek kalitesi üzerine etkilerini incelemiştir. Elde ettiği ekmeklerin yağ miktarlarının 1.29 ve 1.52 g/100g aralığında değişim gösterdiği açıklanmıştır.

3.2.3.5. Toplam fenolik madde

Tablo 6'daki glutensiz ekmeklere ait toplam fenolik madde içeriği (TFM) miktarı incelendiğinde, fermente edilmiş pelit unlarının ilavesi sonucunda toplam fenolik madde miktarında artış meydana geldiği görülmektedir. PU, FPU ve NFPU ilaveli glutensiz ekmeklerin toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 1.18, 1.32 ve 1.51 mg GAE/g'dır. Glutensiz ekmeklerde artan pelit unu ilave oranıyla birlikte artış gösteren TFM miktarları belirlenmiştir. En yüksek değer (2.90 mg GAE/g) %45 pelit unu

ikameli örneklerde, en düşük değer (0.15 mg GAE/g) ise kontrol örneklerinde gözlenmiştir.

Martins vd. (2020) glutensiz ekmek üzerine yaptıkları çalışma sonucunda artan oranlarda pelit unu kullanımı ile TFM değerlerinin önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir.

Martins vd. (2022) farklı oranlarda (%0, 23, 35) pelit unu ve ekşi maya (%20) kullanarak glutensiz ekmek üretimi gerçekleştirmişlerdir. Pelit unu oranının artması sonucunda TFM miktarının da artış gösterdiğini ve kontrolde 0.704 mg GAE/g iken %35 ikameli örnekte 6.810 mg GAE/g'e ulaştığını bildirmişlerdir.

Korus vd. (2017) farklı oranlarda (%0, 20, 40 ve 60) pelit unu kullanarak glutensiz bisküvi üretimi yapmışlardır. Glutensiz bisküvi örneklerine ait TFM miktarı pelit unu ikame seviyesi artışına paralel olarak artış göstermiştir ve 0.87 mg catechin/g'dan (% 0 PU) 7.84 mg catechin/g'a (% 60 PU) yükselmiştir.

Mousavia vd. (2021) %0, 10, 20 ve 30 oranında pelit unu kullanarak ürettikleri tost ekmeklerinde artan oranlarda pelit unu kullanımının TFM miktarını önemli ölçüde arttırdığını gözlemlemişlerdir. Bunun nedeni olarak da pelit ununun üretimde kullanılan diğer hammaddelere kıyasla daha yüksek toplam fenolik miktarına sahip olmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Skendi vd. (2018) farklı su oranları (%65, 70 ve 75) ve pelit unu oranları (%0, 5, 15 ve 25) kullanarak glutensiz ekmek üretmişlerdir. Artan pelit unu kullanımıyla TFM miktarının artış gösterdiğini bildirmişlerdir. En düşük değer (11.04 mg gallic acid/g) %75 su kullanılan %0 pelit unu katkılı örnekteyken en yüksek değer (17.12 mg gallic acid/g) %70 su kullanılan %25 pelit unu içeren örnektir.

Şahin (2017) çalışmasında %0, 15, 30 ve 45 oranlarında nohut mayası kullanarak ürettiği glutensiz ekmeklerin TFM içeriklerini incelemiştir. Nohut mayası kullanım oranı arttıkça TFM miktarının artış gösterdiğini gözlemiştir. Değerlerin sırasıyla 0.28, 0.40, 0.59 ve 0.71 mg/100g olduğu bildirilmiştir.

3.2.3.6. Antioksidan aktivite

Farklı pelit unu ilave yöntemleriyle üretilen glutensiz ekmeklerin antioksidan aktivite miktarlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Tablo 6 incelendiğinde fermente pelit unları ilavesinin glutensiz ekmek örneklerinin

antioksidan aktivite değerleri üzerinde artırıcı etkilerinin olduğu görülmektedir ve örneklere ait değerler %75.38 ile %77.67 aralığında belirlenmiştir. Artan pelit unu ilave seviyesine paralel olarak antioksidan aktivite değerleri de artış göstermiştir. Kontrol  rneğinde %35.82 antioksidan aktivite değeri tespit edilirken en yüksek ilave oranı olan %45 pelit unu içeren örneklere bu değer %96.61'e ulaşmıştır.

Yapılan bir çalışma da farklı oranlarda (%0, 23, 35) pelit unu ve ekşi maya (%20) kullanılarak glutensiz ekmek üretilmiştir. Pelit unu kullanım oranının artışına paralel olarak antioksidan aktivite değerlerinin de artış gösterdiği görülmektedir. Glutensiz ekmek örneklere ait antioksidan aktivite değerleri sırasıyla şunlardır: 0.004, 0.055 ve 0.076 mmol Trolox/g (Martins vd. 2022).

şahin vd. (2018) glutensiz ekmek üretiminde nohut mayası kullanımının etkilerini araştırmak için glutensiz ekmek formülasyonlarına %0, 15, 30, 45 oranlarında nohut mayası sıvısı ilave etmişlerdir ve nohut mayası katkılı ekmekler üretmişlerdir. Örneklere %30 ve %45 nohut mayası kullanımının antioksidan kapasitesini yaklaşık %10 oranında artırdığını bildirmişlerdir. Örneklere ait antioksidan içeriği (%) sırasıyla şunlardır: 27.10, 30.20, 29.90 ve 29.70'dir.

Torabi vd. (2020)  alışmalarında %0, 10, 15 ,20 ve 30 oranlarında pelit unu kullanarak glutensiz bisküvi üretimi gerçekleştirmişlerdir. Bisküvi örneklerindeki antioksidan aktivite değerlerinin pelit unu kullanım oranı arttıkça arttığını tespit etmişlerdir ve değerlerin % 58.83-73.63 aralığında değişim gösterdiği bildirilmiştir.

3.2.3.7. Mineral madde

Glutensiz ekmek  rneklarının mineral madde Duncan  oklu karşılaştırma testi sonuçları (Ca, K, P, Mg, Mn ve Fe) Tablo 7'de verilmiştir.

Farklı pelit unu ilave yöntemleriyle hazırlanan ekmek örneklere ait Ca, K, P, Mg, Mn ve Fe miktarları sırasıyla 71.12-75.03 mg/100 g, 301.38-376.81 mg/100 g, 396.97-452.15 mg/100 g, 22.86-26.93 mg/100 g, 0.20-0.29 mg/100 g ve 0.29-0.42 mg/100 g aralıklarında değişim göstermiştir. NFPU ilaveli örneklere P hariç tüm mineral madde değerleri en yüksek seviyede görülmüştür. K ve Mg değerleri için PU ve FPU ilaveli örnekler arasında istatistiki açıdan önemli bir fark gözlenmemiştir. Ca ve Mn miktarlarına bakıldığında ise en düşük değerler PU ilaveli örneklere görülmüştür. K değerlerinde PU ve FPU ilave yöntemleri arasındaki fark istatistiki açıdan  nemsizken

NFPU' daki artış önemlidir. P, Mn ve Fe miktarları arasında oluşan fark önemlidir. Mg miktarı için PU ve FPU ilave yöntemleri ile elde edilen değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemsizken NFPU miktarındaki artışın önemli olduğu belirlenmiştir. Pelit unu ilave seviyeleri incelendiğinde Mn hariç diğer tüm mineral madde sonuçlarında artan pelit unu miktarına paralel olarak mineral madde değerleri artış göstermiştir. Ca, K, P, Mg ve Fe miktarları sırasıyla; 65.93-79.89, 202.35-448.90, 375.94-475.93, 20.74-28.12 ve 0.11-0.63 aralıklarında değişim göstermiştir. Mn mineral miktarının ilave seviyesi %0'dayken yüksek olduğu tespit edilmiştir. İlave seviyeleri arttıkça Mn miktarlarında düşüş gözlemlenmiş olup %15 ve %45 seviyeleri arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir.

Martins vd. (2020) farklı oranlarda (%0, 23, 35) pelit unu kullanarak ürettikleri glutensiz ekmek örneklerinin mineral içeriklerini incelediklerinde artan pelit unu oranıyla birlikte Ca ve K miktarının da artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Szabłowska vd. (2020) pelit ununun geleneksel tahıl ürünlerine kıyasla daha yüksek Ca ve Fe içeriğine (ortalama olarak: sırasıyla dört ve beş kat daha yüksek) sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Pelit ununun eklendiği ürünleri zenginleştirebileceğini ve içerdikleri minerallerin biyoyararlılığının artmasına katkı sağlayabileceklerini bildirmişlerdir. Bu bağlamda pelit unu ilaveli örneklerimize bakıldığında artan seviyelerde kullanılması sonucunda örneklerin Ca ve Fe içeriğinin önemli ölçüde artış gösterdiği görülmektedir.

Korus vd. (2017) hammadde olarak kullanılan unların kül miktarının, bisküvi örneklerinin mineral madde içeriği üzerinde pozitif bir etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda kullanılan pelit ununun kül içeriğinin (0.95 g/100g) pirinç unu (0.73 g/100g) ve mısır nişastasına (0.22 g/100g) kıyasla daha yüksek olmasından dolayı ekmek örneklerinde artan pelit unu ilave oranlarıyla birlikte mineral içeriklerinin de genel olarak artması bu durumla ilişkilendirilmiştir.

Man vd. (2015) %0, 10, 20 ve 30 oranında nohut unu kullanarak ekmek üretmişlerdir ve bu ekmeklerde nohut unu kullanımının mineral içeriğini iyileştirdiğini bildirmişlerdir.

Tablo 7. Glutensiz ekmek örneklerinin mineral madde analiz sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnekler	n	Ca	K	P	Mg	Mn	Fe
Pelit unu ilave yöntemi							
PU	8	71.12±4.42 ^c	301.38±79.68 ^b	396.97±20.15 ^c	22.86±2.02 ^b	0.20±0.03 ^c	0.32±0.21 ^b
FPU	8	74.27±6.05 ^b	301.08±80.48 ^b	452.15±60.02 ^a	23.24±1.80 ^b	0.21±0.03 ^b	0.29±0.17 ^c
NFPU	8	75.03±6.57 ^a	376.81±137.30 ^a	429.98±42.65 ^b	26.93±5.21 ^a	0.29±0.03 ^a	0.42±0.24 ^a
İlave seviyeleri							
%0	6	65.93±0.30 ^d	202.35±1.76 ^d	375.94±4.32 ^d	20.74±0.39 ^d	0.26±0.01 ^a	0.11±0.01 ^d
%15	6	71.78±2.73 ^c	282.51±27.99 ^c	406.47±13.47 ^c	22.98±1.34 ^c	0.23±0.03 ^b	0.26±0.09 ^c
%30	6	76.29±1.80 ^b	371.92±52.52 ^b	447.12±36.80 ^b	25.53±2.50 ^b	0.23±0.05 ^b	0.39±0.05 ^b
%45	6	79.89±3.39 ^a	448.90±74.99 ^a	475.93±45.62 ^a	28.12±4.42 ^a	0.22±0.08 ^b	0.63±0.10 ^a

Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05) PU: Pelit unu FPU: Fermente edilmiş pelit unu NFPU: Nohut mayası ile fermente edilmiş pelit unu

Hendek Ertop vd. (2018) nohut ekşi mayasının (%10.21) ekmek üretiminde kullanımını incelemişlerdir. Ekmeklerde nohut ekşi mayası kullanımı ile mineral içeriğinin kontrole kıyasla iyileştiğini bildirmişlerdir. Örneklerin Ca içeriği 215.00 ppm'den 300.00 ppm'e, K içeriği %12.09'dan %15.56'ya, P içeriği %7.59'dan %11.03'e, Mg içeriği %2.30'dan %3.25'e, Mn içeriği 51 ppm'den 70 ppm'e, Fe içeriği ise 158 ppm'den 243 ppm'e ulaşmıştır. Bunun nohutta ortalama %3 kül, %0.20 Ca ve %0.30 P bulunmasından ve zengin bir mineral (Ca, P, Fe, Mg, K) kaynağı olmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

3.2.4. Duyusal analiz sonuçları

Çalışma kapsamında üretilen glutensiz ekmeklerin duyusal değerlendirmesine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 8'de verilmiştir. Örnekler renk, gözenek yapısı, simetri, tat, koku ve genel kabul edilebilirlik kriterleri üzerinde 1-7 arasındaki puanlandırma ile kıyaslanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, renk kriterinde NFPU ilaveli örnekler diğer pelit unu ilave yöntemlerine göre daha düşük skorlar almış, PU ve FPU ilaveli örneklerin renk skorları ortalamaları 5.20 ve 5.12 iken NFPU ilaveli örnekler 4.80 ortalama puanına sahip olmuştur. Ayrıca renk kriteri, ilave seviyeleri açısından incelendiğinde ilave oranının artışına paralel olarak puanlar 6.98'den 3.28'e gerilemiştir.

Gözenek yapısı ve simetri kriterleri incelendiğinde ise en yüksek ortalama puanı PU ilaveli örnekler almıştır. Gözenek yapısı sonuçlarında FPU ilaveli örnekler (5.41), NFPU ilaveli örneklerden daha yüksek puanlar alırken (5.18) simetri sonuçlarında bu iki grup arasındaki puan farkı istatistiki açıdan önemsizdir (5.60-5.48). Gözenek yapısı ve simetri kriterlerinde ilave seviyelerinde ise skorlar sırasıyla 4.48-6.36 ve 4.41-6.50 aralığında değişim göstermiş ve ilave seviyelerinin artmasıyla puanlar azalmıştır.

Tat ve koku değerlendirmesinde de diğer kriterlerdeki değerlendirmelere benzer bir durum ortaya çıkmış ve fermente olmuş pelit unu ilaveli örnekler daha düşük skorlar almıştır. Yine en çok beğenilen grup PU ilaveli örnekler olurken en az beğeni alan grup NFPU ilaveli örnekler olmuştur. Tat skorları 4.71-5.95 arasında değişirken koku skorları 4.28-6.20 arasında değişim göstermiştir. Öte yandan ilave seviyeleri gözlemlendiğinde %0'dan %45'e artan pelit oranları ile tat ve koku beğeni oranı giderek düşmüş ve puanlar sırasıyla 4.21-6.73 ve 4.15-6.97 aralığında elde edilmiştir.

Genel kabul edilebilirlik puanlarında en düşük puanları NFPU ilaveli örnek grubu alırken ve en yüksek puanlar ise PU ilaveli örnek grubunda görülmüştür. PU, FPU ve NFPU ilaveli grupların aldığı ortalama puanlar sırasıyla 6.15, 5.57 ve 4.62'dir. İlave seviyeleri açısından değerlendirildiğinde ise genel kabul edilebilirlik puanları %45 ilave oranıyla 6.95'ten 4.10'a gerilemiştir. Duyusal değerlendirme sonuçları göstermiştir ki; fermente olan pelit unları ilavesinin glutensiz ekmeklerin besinsel profiline katkı sağlamasına rağmen bu ekmek örneklerinin duyusal olarak bu katkıdan olumsuz etkilendiği görülmüştür. Bu nedenle fermente pelit unlarının belli bir yüzdenin üstünde kullanımının uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

Šáľkováa vd. (2011) farklı işlemler uygulanmış (kabuk soyma-kavurma, kabuk soyma-haşlama, kavurma-kabuk soyma, kabuk soyma-kavurma-haşlama) pelit unlarını %50 ve %100 oranlarında kullanarak bisküvi üretmişlerdir ve örneklerde duyusal değerlendirme yapmışlardır. Sonuçlar lezzet açısından incelendiğinde %100 pelit unu ile üretilen örnekler arasında istatistiki açıdan önemli bir fark olmadığını ancak %50 ve %100 pelit

unu ilaveli örnekler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermiştir. Bu farkın sebebi olarak ise katılımcıların pelit ununun tadının aksine buğdayın tadına alışık olmalarından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda farklı hazırlama yöntemlerinin ürün tadı üzerinde önemli ölçüde etkilerinin olmadığını, pelit ağaçlarının birçok farklı koşula toleranslı olduğu için yetiştiği çeşitli çevre koşullarına bağlı olarak tadın farklı olabileceğini ve teste katılanların cinsiyetinin, yaşının da farklı sonuçlar elde etmede etkili olabileceğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak pelit ununun tüketilebilir olduğunu ve ürünlerin 4 ile 5 arasında skala değerleri aldığını bildirmiştir.

Tablo 8. Glutensiz ekmek örneklerinin duyu analizi sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnekler	n	Renk	Gözenek yapısı	Simetri	Tat	Koku	Genel kabul edilebilirlik
Pelit unu							
ilave							
yöntemi							
PU	8	5.20±1.35 ^a	5.60±0.58 ^a	5.82±0.60 ^a	5.95±0.74 ^a	6.20±0.59 ^a	6.15±0.64 ^a
FPU	8	5.12±1.43 ^a	5.41±0.84 ^b	5.60±0.87 ^b	5.66±0.87 ^b	5.52±1.01 ^b	5.57±1.13 ^b
NFPU	8	4.80±1.58 ^b	5.18±1.07 ^c	5.48±1.03 ^b	4.71±1.42 ^c	4.28±1.78 ^c	4.62±1.62 ^c
İlave							
seviyeleri							
%0	6	6.98±0.04 ^a	6.36±0.05 ^a	6.50±0.09 ^a	6.73±0.05 ^a	6.97±0.08 ^a	6.95±0.12 ^a
%15	6	5.38±0.26 ^b	5.88±0.08 ^b	6.03±0.05 ^b	5.81±0.62 ^b	5.35±1.03 ^b	5.58±0.80 ^b
%30	6	4.50±0.25 ^c	4.86±0.20 ^c	5.60±0.48 ^c	5.00±0.83 ^c	4.85±1.09 ^c	5.11±0.86 ^c
%45	6	3.28±0.29 ^d	4.48±0.64 ^d	4.41±0.15 ^d	4.21±0.85 ^d	4.15±1.36 ^d	4.10±1.14 ^d

Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)
Pelit unu FPU: Fermente edilmiş pelit unu NFPU: Nohut mayası ile fermente edilmiş pelit unu

Sabrin (2009) %25 ve %50 oranında PU kullanarak baharatlı kurabiyeler üretmiştir. Pelit unu katkılı kurabiyelerde tekstür, görünüm ve tat açısından bazı farklılıklar

olduğunu ancak 128 aday ile yapılan duyusal analiz sonucunda kurabiyelerin genel olarak kabul edilebilir olduğunu tespit etmiştir.

Shiri vd. (2021) ekşi mayalı glutensiz ekmeklerde %30 pelit unu ilavesinin renk ve tat açısından olumlu etki yarattığını ancak daha yüksek oranlarda kullanımı sonucunda renk, tat, koku ve genel kabul edilebilirliğin olumsuz etkileneceğini bildirmişlerdir. %10, 30 ve 50 pelit unu ilaveli örneklerde tat 6.33, 7.44, 5.66, renk 6.44, 7.44, 5.33, genel kabul edilebilirlik ise 6.22, 8.22 ve 5.33 değerlerini almıştır.

Rashid vd. (2014) kulicha adıyla bilinen tatlı bir hamur işinde %0, 15 ve 30 oranında pelit unu kullanmışlar ve tat, tekstür, renk, koku yönünden değerlendirmişlerdir. Tat ve tekstür için bakıldığında en yüksek skorlara sırasıyla %0, %15, %30 pelit unu katkılı örnekler sahip iken renk için bu sıralama %30, %0, %15 pelit unu şeklindedir. Koku da ise %30, %15 ve %0 pelit unu katkılı örnekler sırasıyla en yüksek skorlara sahiptir.

Kefalas vd. (2009) farklı unlar, farklı katkıları ve nohut mayası ile ürettikleri ekmekleri duyusal açıdan değerlendirmişlerdir ve ekmek mayası ile hazırlanan örneğe kıyasla nohut mayası ilaveli örneklerin kabul edilebilir bir ekmek hacmi, farklı bir lezzet ve daha uzun raf ömrü sergilediğini bildirmişlerdir. Lezzetin un tipine, starter tipine, fermentasyon sıcaklığına, hamur verimine ve mayalanma süresine de bağlı olduğu bildirilmiştir.

Saad vd. (2015) nohut mayası ilavesinin ekmeğin hamur reolojisi ve ekmek duyusal özellikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla %0, 1.5, 3 ve 4.5 oranlarında nohut mayası kullanmışlardır. Duyusal kriterler görünüm, kabuk rengi, doku, kırıntı kalitesi, tat, koku, kırıntı rengi, kırıntı hacmi ve genel kabul edilebilirlikten oluşmaktadır. Nohut mayası ikame oranının artması sonucunda duyusal özelliklerin tamamında kontrole göre değerlerin önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir. Örneğin kontrol ve %4.5 nohut mayalı örneklerde tat 14.20'den 4.70'e, koku 14.10'dan 5.00'a, genel beğeni ise 94.50'den 38.40'a düşmüştür.

SONUÇ

Bu çalışma ile elde edilen sonuçlara göre; pelit ununun fermentasyonu glutensiz ekmek örneklerinde besin içeriğinin gelişmesini sağlamıştır. Fermente pelit unu katkılı ekmeklerin nem, protein, yağ, TPC, Ca, P ve Mn içerikleri, fermente edilmemiş pelit unu katkılı ekmek örneklerine göre daha yüksek seviyelerde elde edilmiştir. Ayrıca bahsedilen farklı formlardaki pelit unu ilave seviyeleri incelendiğinde, en yüksek protein ve yağ içeriği ile en yüksek TPC ve AA değerleri (sırasıyla %5,92, %5,41, 2,90 mg GAE/g ve %96,61) %45'lik ikame düzeyi ile ekmek örneklerinde gözlenmiştir.

Ekmeğin fiziksel özellikleri değerlendirildiğinde pelit ununun fermentasyonu incelenen özellikleri olumsuz yönde etkilemiş, özellikle fermentasyonun nohut mayası ile desteklenmesi ağırlık, hacim ve özgül hacim ölçümlerinde azalmalara neden olmuştur. Ayrıca glutensiz ekmek örneklerinin hem kabuk hem de iç rengine bakıldığında artan pelit unu konsantrasyonuna bağlı olarak L^* değeri azalmış ve a^* değeri artış göstermiştir.

Bunların yanı sıra NFPU ilaveli numunelerde tekstür değerleri gözlemlendiğinde depolama boyunca daha yüksek başlangıç ve son sertlik değerleri ölçülmüş ve kullanılan Avrami modeli ile bayatlama kinetik parametreleri belirlenmiştir. NFPU ilaveli ekmek örnekleri için, n üssü 1'den büyük bir değer göstermiş ve en düşük kinetik sabiti (k) yine bu örneklerde belirlenmiştir. Sonuç olarak pelit unu glutensiz ekmek üretiminde farklı fermentasyon şartlarında fermente edilerek kullanılabilir. Özellikle kullanımı endüstride çok yaygın olmayan nohut mayası ile ilgili ileri teknikler eşliğinde farklı çalışmalar yapılarak hem besinsel profil hem de duyusal profil geliştirilebilir. Özellikle NFPU oranları %30'u geçmeyen ve fermentasyonu destekleyen bazı suşların varlığında daha kontrollü koşullarda ileri çalışmalar yapılmalıdır. Bunun yanında ekmek örneklerinde arzulanan fiziksel özellikleri mümkün olduğunca sağlayabilmek için farklı gıda katkı maddelerinin fermente pelit unları eşliğindeki kullanımlarının etkileri gözlemlenmelidir.

KAYNAKÇA

- AACC. (1990). American Association of Cereal Chemists, Approved methods of the AACC, The Association: St. Paul, MN.
- Ahmetoğlu, F. (2020). Yerelması (Helianthus tuberosus) İlavesi ile Glütensiz Ekmek Üretimi. *Yüksek Lisans Tezi- Lisanüstü Eğitim Enstitüsü*, 1-79.
- Ajo, R. Y. (2018). Effect Of Acorn Flour Substitution On Arabic Bread BroPERTIES. *Pak. J. Agri. Sci.*, 913-919.
- Alsaiqali, A. I. (2018). Yalancı Tahıllar ile Zenginleştirilmiş Glutensiz Ekmek Üretimi. *Yüksek Lisans Tezi-Çukurova Üniversitesi*.
- Amina, M., F. D., & Djamel, H. (2018). Influence of fermentation and germination treatments on physicochemical and functional properties of acorn flour . *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24 , 719-726.
- Anton, A. A., & Artfield, S. D. (2008). Hydrocolloids in GlutenFree Breads: A Review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 11-23.
- Arendt, E. K., Ryan, L. A., & Bello, F. D. (2007). Impact of Sourdough on the Texture of Bread. *Food Microbiology* 24 , 165-174.
- Armero, E., & Collar, C. (1998). Crumb Firming Kinetics of Wheat Breads with Anti-staling Additives. *Journal of Cereal Science* , 165-174.
- Barışık, D., & Tavman, Ş. (2018). Glütensiz Ekmek Formülasyonlarında Nohut Unu Kullanımının Ekmeğin Kalitesi Üzerine Etkisi . *Akademik Gıda* , 33-41.
- Baykara, P. (2006). Geleneksel Nohut Mayasının Endüstriyel Beyaz Buğday Unu Ekmeği Üretiminde Kullanılması. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Bogue, J., & Sorenson, D. (2008). The marketing of gluten-free cereal products . *Elsevier*, 394-411.

- Brandt, M. J. (2007). Sourdough Products for Convenient use in Baking. *Food Microbiology* 24 , 161-164.
- Carbonetto, B., Ramsayer, J., Nidelet, T., Legrand, J., & Sicard, D. (2018). Bakery Yeasts, A New Model For Studies In Ecology and Evolution. *Yeast*, 35, 591-603.
- Carnevali, P., Ciati, R., Leporati, A., & Paese, M. (2007). Liquid Sourdough Fermentation: Industrial Application Perspectives. *Food Microbiology* 24, 150-154.
- Catzeddu, P. (2019). Sourdough Breads. *Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention* , 177-188.
- Ciclitira, P. J., Ellis, H. J., & Lundin, K. E. (2005). Gluten Free Diet—What is Toxic? *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 359-371.
- Coşkun, Y. (2017). Toz Nohut Mayası Kullanımının Yüzey Yanıt Metoduyla Optimizasyonu ve Ekmek Kalite Nitelikleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması . *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 15-18.
- Çebi, K. (2009). Nohut Mayası ve Hamurundan Laktik Asit Bakterilerinin İzolasyonu ve İdentifikasyonu. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi Atatürk Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, 1-20.
- Çelik, G. (2019, Haziran 12). <https://evrimagaci.org/eksi-maya-nedir-7833>. <https://evrimagaci.org/eksi-maya-nedir-7833> adresinden alındı
- Çetin, N., Ciftci, B., Kara, . K., & Kaplan, M. (2023). Effects of gradually increasing drying temperatures on energy aspects, fatty acids, chemical composition, and in vitro ruminal fermentation of acorn . *Environmental Science and Pollution Research* , 19749-19765.
- Demir, Y. (2021). Geleneksel Ekşi Mayanın Sağlık ve Ekmek Üzerindeki Etkileri. *Aydın Gastronomy*, 5 , 63-70.

- Durmaz, R. (2020). Kurutulmuş nohut mayasının ekmek kalitesine etkileri . *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi/ Yüksek Lisans Tezi*, 25-36.
- Elgün, A., Türker, S., & Bilgiç, N. (2001). Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü. *Konya Ticaret Borsası Yayınları* , 112.
- Ertop, M. H., & Çoşkun, Y. (2018). Shelf-Life, Physicochemical and Nutritional Properties of Wheat Bread with Optimized Amount of Dried Dhickpea Sourdough and Yeast by Response Surface Methodology. *Food Processing and Preservation* , 10-20.
- Fasano, A., & Catassi, C. (2012). Celiac Disease. *The New England Journal of Medicine* , 2419-2426.
- Francis, F. J. (1998). Colour Analysis, In: Food Analysis, Nielsen SS (Ed.), An Aspen. *Publishers, Maryland, Gaithersnurg, USA*, 599-612.
- GabrielArp, C., JimenaCorrea, M., & Ferrero, C. (2020). Kinetic study of staling in breads with high-amylose resistant starch. *Food Hydrocolloids*.
- Gallagher, E. (2008). Formulation and Nutritional Aspects of Pluten-Free Fereal Products and Infant Foods. *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*, 321-346.
- Gallagher, E., Gormley, T., & Arendt, E. (2003). Crust and Crumb Characteristics of Gluten Free Breads. *Journal of Food Engineering*, 153-161.
- Gallagher, E., Kunkel, A., Gormley, T. R., & Arendt, E. K. (2003). The Effect of Dairy and Rice Powder Addition on Loaf and Crumb Characteristic and on Shelf Life (Intermediate and Long-Term) of Gluten-Free Breads Stored in a Modified Atmosphere. *Eur Food Res Technol*, 44-48.
- Gallaghera, E., Gormley, T., & Arendt, E. (2004). Recent Advances İn The Formulation Of Gluten- Free Creal- Based Products. *Trends in Food Science & Technology* , 143-152.

- Gobetti, M., Angelis, M. D., R. D., Calasso, M., Archetti, G., & Rizzello, C. G. (2019). Novel Insights On The Functional/Nutritional Features of The Sourdough. *International Journal of Food Microbiology* 302, 103-113.
- Green, P. H., & Cellier, C. (2007). Celiac Disease. *The New England Journal Of Medicine*, 1731-1743.
- Green, P. H., & Jabri, B. (2006). Celiac Disease. *Annu. Rev. Med*, 207-221.
- Hansen, A., & Schieberle, P. (2005). Generation of Aroma Compounds During Sourdough Fermentation: Applied and Fundamental Aspects. *Trends in Food Science & Technology* 16 , 85-94.
- Hatipoğlu, S. (2016). Patates Unu ve Gam İlavesinin Glutensiz Ekmek Kalitesi Üzerindeki Etkileri. *Yüksek Lisans Tezi- Pamukkale Üniversitesi*.
- Houben, A., Hochstotter, A., & Becker, T. (2012). Possibilities to Increase the Quality in Gluten-Free Bread Production: an Overview. *Eur Food Res Technol*, 195-208.
- Kadlčková, L. N. (2011). Acorns as a food resource. An experiment with acorn preparation and taste. *LANSA*, 2, 139-147.
- Katinaa, K., Liukkonen, K.-H., Kaukovirta-Norjaa, A., Adlercreutzb, H., Heinonen, S.-M., Lampi, A.-M., . . . Poutanen, K. (2007). Fermentation-induced changes in the nutritional value of native or germinated rye. *Journal of Cereal Science* , 348-355.
- Kefalas, P. K. (2009). Bread making of durum wheat with chickpea sourdough or compressed baker's yeast. *Journal of food quality*, 644-668.
- Kline, L., & Sugihara, T. F. (1971). Microorganisms of the San Francisco Sour Dough Bread Process II. Isolation and Characterization of Undescribed Bacterial Species Responsible for the Souring Activity. *Applied Microbiology*, 459-465.
- Korus, A., Gumul, . D., Krystijan, . M., Juszczak, . L., & Korus, J. (2017). Evaluation of the quality, nutritional value and antioxidant activity of gluten-free

- biscuits made from corn-acorn flour or corn-hemp flour composites. *Eur Food Res Technol* , 1429-1438.
- Korus, J., Witczak, M., Ziobro, R., & Juszczak, L. (2015). The influence of acorn flour on rheological properties of gluten-free dough and physical characteristics of the bread. *Eur Food Res Technol* , 1135-1143.
- Lee, A. R., Ng, D. L., Zivin, J., & Green, P. H. (2007). Economic Burden of a Gluten-Free Diet. *The British Dietetic Association*, 423-430.
- Lee, A. R., Wolf, R. L., Lebwohl, B., Ciaccio, E. J., & Green, P. H. (2019). Persistent Economic Burden of the Gluten Free Diet. *Nutrients*, 1-8.
- López-Hidalgo, C., Trigueros, M., Menéndez, M., & V.Jorrin-Novo, J. (2020). Phytochemical composition and variability in *Quercus ilex* acorn morpho-types as determined by NIRS and MS-based approaches. *Food Chemistry*.
- Lörner, C., Welander, T., Molin, N., & Dostalek, M. (1986). The Microflora in a Sour Dough Started Spontaneously on Typical Swedish Rye Meal. *Food Microbiology*, 3-12.
- MM.Moore, Bello, F. D., & Arendt, E. K. (2008). Sourdough fermented by *Lactobacillus plantarum* FST 1.7 improves the quality and shelf life of gluten-free bread. *Eur Food Res Technol* , 1309-1316.
- Machado, C. d., & Thys, R. C. (2019). Cricket Powder (*Gryllus assimilis*) As a New Alternative Protein Source for GlutenFree Breads. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 102-180.
- Man, S. P. (2015). Effect of the chickpea (*Cicer arietinum* L.) flour addition on physicochemical properties of wheat bread. . *Bulletin UASVM Food Science and Technology*, 72(1), , 41-49.
- Martins, R. B., Garzón, R., Peres, J. A., Barros, A., Raymundo, A., & Rosell, C. M. (2022). Acorn flour and sourdough: an innovative combination to improve gluten free bread characteristics. *European Food Research and Technology* , 1691-1702.

- Martins, R. B., Gouvinhas, I., Nunes, M. C., Ferreira, L. M., Peres, J. A., Raymundo, A., & Barros, A. I. (2022). Acorn flour from holm oak (*Quercus rotundifolia*): Assessment of nutritional, phenolic, and technological profile. *Current Research in Food Science*, 2211-2218.
- Martins, R. B., Gouvinhas, I., Nunes, M. C., J. A., Raymundo, A., & Barros, A. I. (2020). Acorn Flour as a Source of Bioactive Compounds in Gluten-Free Bread. *Molecules*, 3525-3568.
- Martins, R. B., Nunes, M. C., Ferreira, L. M., Peres, J. A., Barros, A. I., & Raymundo, A. (2020). Impact of Acorn Flour on Gluten-Free Dough Rheology Properties. *Foods*, 9-560.
- McIver, R. G., Oxford, D., Colwell, K., & Elton, G. (1968). Kinetic study of the retrogradation of gelatinised starch. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 560-563.
- Moroni, A. V., Bello, F. D., & Arendt, E. K. (2009). Sourdough in Gluten-Free Bread-Making: An Ancient Technology to Solve a Novel Issue? *Food Microbiology* 26 , 676-684.
- Mousavi, B. G. (2021). Effect of varying levels of acorn flour on antioxidant, staling and sensory properties of Iranian toast. *International Journal of Food Studies*, 322-333.
- Olexova, L., Dovicovicova, L., Svec, M., Siekel, P., & Kuchta, T. (2006). Detection of Gluten-Containing Cereals in Flours and “Gluten-Free” Bakery Products by Polymerase Chain Reaction. *Food Control*, 234-237.
- Önel, E. (2022). Meşe Palamut Unu Kullanımının Köftelerin Kalite Karakteristikleri Üzerine Etkileri. *Fen Bilimleri Enstitüsü/ Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı/ Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, 43.
- Özgüdenli, O., & Uzunağaç, Ö. (2014). Selçuklu Anadolu'sunda Ekmek. *Marmara Türkiyat Araştırmaları Dergisi*, 43-72.

- Özüğür, G. (2011). Ekşi Hamur Kullanımının Glutensiz Ekmeklerin Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi- Erciyes Üniversitesi*.
- Özülkü, G. (2017). Nohut Unu İlaveli Ekşi Hamurun Dondurulmuş Ekmek Yapımında Kullanımı . *Yıldız Teknik Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü*, 63.
- Palmer, S. (2004, Temmuz 1). *A growing need for gluten-free foods*. <https://www.naturalproductsinsider.com/specialty-nutrients/growing-need-gluten-free-foods>. adresinden alındı
- Park, J.-Y., Joo, J. I., & Kim, J.-M. (2017). Changes in the Quality Changes of Bread added with Acorn Flour during the Storage Periods. *J East Asian Soc Diet Life*, 529-539.
- Pasqualone, A., Makhlouf, F. Z., Barkat, M., Summo, C., Squeo, G., & Caponio, F. (2019). Effect of acorn flour on the physico-chemical and sensory properties of biscuits . *Heliyon* , 22-42.
- Plessas, S., Alexopoulos, A., Mantzourani, I., Koutinas, A., Voidarou, C., & Stavropoulou, E. (2011). Application of Novel Starter Cultures for Sourdough Bread Production. *Anaerobe* , 486-489.
- Plessas, S., Trantallidi, M., A. B., Kanellaki, M., Nigam, P., & Koutinas, A. A. (2007). Immobilization of kefir and Lactobacillus casei on brewery spent grains for use in sourdough wheat bread making. *Food Chemistry* 105, 187-194.
- Polimac, M., & Komlenic, D. K. (2016). Acorn Flour – Naturally Gluten Free. *Proceedings of the 8th International Congress Flour - Bread '15 [and] 10th Croatian Congress of Cereal Technologists*, 177-181.
- Rashid, R. M., Sabir, D. A., & Hawramee, O. K. (2014). Effect of sweet acorn flour of common oak (*Quercus aegilops* L.) on locally Iraqi pastry (kulicha) products. *Journal of Zankoy Sulaimani- Part A, Special Issue* .
- Reeves, C. (2006). Getting the Gluten Out. *Food in Kanada*.

- Ribotta, P. D., Ausar, S. F., Morcillo, M. H., Perez, G. T., Beltramo, D. M., & Leon, A. E. (2004). Production of gluten-free bread using soybean flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1969-1974.
- Rodrigo, L. (2006). Celiac Disease. *World Journal of Gastroenterology*, 6585-6593.
- Rosell, C. M., & Santos, E. (2010). Impact Of Fibers On Physical Characteristics Of Fresh And Staled Bake Off Bread. *Food Science Department, Institute of Agrochemistry and Food Technology*.
- Rosenberg, D. (2008). The possible use of acorns in past economies of the Southern Levant: a staple food or a negligible food source?. *Levant*, 40(2), 167-175.
- Rybicka, I. & Š. (2017).). Minerals in grain gluten-free products. The content of calcium, potassium, magnesium, sodium, copper, iron, manganese, and zinc. *Journal of food composition and analysis*, 59, 61-67.
- Saad, A. M. (2015). Chickpea (*Cicer arietinum*) steep liquor as a leavening agent: effect on dough rheology and sensory properties of bread. *Acta Periodica Technologica*, 91-102.
- Sabrin, M. D. (2009). Characterization Of Acorn Meal . B.S., *Johnson & Wales University*, 1-117.
- Salinas, M. V., & Puppo, M. C. (2018). Bread Staling: Changes During Storage Caused by the Addition of Calcium Salts and Inulin to Wheat Flour. *Food and Bioprocess Technology*.
- Šálková, t., divišová, M., Š. K., Delawská, K., Kadlčková, E., Pokornáb, K., . . . Žemličková, A. (2011). Acorns as a Food resource. an experiment with acorn preparation and taste. *IANSA*, 139-147.
- Salovaara, H. O., & Spicher, G. (1986). Use of Wheat Sours to Improve Wheat Bread Quality. *International Association for Cereal Science and Technology*, 26-35.

- Salovaara, H., & Valjakka, T. (1987). The Effect of Fermentation Temperature, Flour Type, and Starter on the Properties of Sour Wheat Bread. *International Journal of Food Science and Technology*, 591-597.
- Shiri, A., Ehrampoush, M. H., Ardakani, S. A., Shamsi, F., & Meybodi, N. M. (2021). Technological characteristics of inulin enriched gluten-free bread: Effect of acorn flour replacement and fermentation type. *Food Science & Nutrition. Food Science & Nutrition*, 6141-6151.
- Silva, S., Costa, E. M., Borges, A., Carvalho, A. P., Monteiro, M. J., & Pintado, M. M. (2016). Nutritional Characterization of Acorn Flour (a Traditional Component of the Mediterranean Gastronomical Folklore). *Food Measure* , 584-588.
- Simas, K. N., Vieira, L. d., Podesta, R., Müller, C. M., Vieira, M. A., Beber, R. C., . . . Amboni, R. D. (2009). Effect of King Palm (*Archontophoenix Alexandrae*) Flour Incorporation on Physicochemical and Textural Characteristics of Gluten-Free Cookies. *International Journal of Food Science and Technology* , 531-53.
- Skendi, A., Mouselimidou, P., M. P., & Papastergiadis, E. (2018). Effect of acorn meal-water combinations on technological properties and fine structure of gluten-free bread. *Food Chemistry*, 119-126.
- Solak, B. (2020). Yöresel Ekşi Hamurlardan *Saccharomyces cerevisiae* Suşlarının İzolasyonu, Tanımlanması ve Multifonksiyonel Özelliklerinin Belirlenerek Endüstriyel Önele Sahip Suşlarının Saptanması- Doktora Tezi. *Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı*, 1-4.
- Szabłowska, E., & Tanska, M. (2020). Acorn Flour Properties Depending on the Production Method and Laboratory Baking Test Results: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* , 1-29.
- Şahin, N. (2017). Nohut Mayasının Tam Un Ekmeği ve Glutensiz Ekmek Kalitesine Etkileri. *Karamanoğlu Mehmetbey Üni-Fen Bilimleri Enstitüsü- Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi*, 28-29.

- Şahin, N., Koyuncu, M., & Sayaslan, A. (2018). Glutensiz ekmekte nohut mayası kullanımının etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri*, 513-524.
- Thompson, T. (2000). Folate, Iron, and Dietary Fiber Contents of the Gluten-Free Diet. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 2000, 100.11: 1389, 100-111.
- Torabı, S., F. Mohtarami, M. D., & Reza, M. (2020). Meşe ununun glutensiz bisküvilerin fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerine etkisi. *Journal of food science*, 1398.
- Torbica, A., HadnaCev, M., & Dapcevic, T. (2010). Rheological, Textural and Sensory Properties of Gluten-Free Bread Formulations Based on Rice and Buckwheat Flour. *Food Hydrocolloids*, 623-632.
- Turabi, E., Sumnu, G., & Sahin, S. (2010). Quantitative Analysis of Macro and Micro-Structure of Gluten-Free Rice Cakes Containing Different Types of Gums Baked in Different Ovens. *Food Hydrocolloids*, 755-762.
- Türksoy, S., & Özkaya, B. (2006). Gluten ve Çölyak Hastalığı. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 807-810.
- Vinha, A., Costa, A., Barreira, J. C., Pacheco, R., & Oliveira, M. B. (2016). Chemical and antioxidant profiles of acorn tissues from *Quercus* spp.: Potential as new industrial raw materials. *Industrial Crops and Products*, 143–151.
- Vuyst, L. D., & Neysens, P. (2005). The sourdough microflora:biodiversity and metabolic interactions. *Trends in Food Science & Technology* 16, 43-56.
- Wieser, H. (2007). Chemistry of Gluten Proteins. *Food Microbiology* , 115-119.
- Wronkowska, M., Zielinska, D., Szawara-Nowak, D., Troszynska, A., & Soral-S'mietana, M. (2010). Antioxidative and reducing capacity, macroelements content and sensorial properties of buckwheat-enhanced gluten-free bread. *International Journal of Food Science and Technology* , 1993-2000.

- Yeşil, S., & Levent, H. (2022). The influence of fermented buckwheat, quinoa and amaranth flour on gluten-free bread quality . *Food Science and Technology*, 113-3001.
- Yıldız, B., Çakıcı, A., Uslu, D. Y., & Uslu, H. (2021). Ekmek üretiminde ekşi maya üzerine taze meyvelerin kullanımının etkisi. *NÖHÜ Müh. Bilim. Derg. / NOHU J. Eng. Sci.* , 150-159.
- Youssef, B. B. (2023). Valorization of acorn from oak (*Quercus pyrenaica*) through chemical and nutritional evaluation (Doctoral dissertation).
- Zannini, E., & Gobbetti, M. (2019). The 7th International Symposium on Sourdough – “Sourdough for health”. *International Journal of Food Microbiology* 302, 1-2.

EKLER

EK 1: Pelit Unu Katkılı Glutensiz Ekmek Örneklerine Ait Fotoğraflar

%0 PU



%15 PU



%30 PU



%45 PU



EK 2: Fermente Pelit Unu Katkılı Glutensiz Ekmek Örneklerine Ait Fotoğraflar



%0 FPU



%15 FPU



%30 FPU



%45 FPU

EK 3: Nohut Mayası İle Fermente Edilen Pelit Unu Katkılı Glutensiz Ekmek
Örneklerine Ait Fotoğraflar

%0 NFPU



%15 NFPU



%30 NFPU



%45 NFPU



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Ayşe LEVENT	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fakülte	Turizm Fakültesi
Bölümü	Gastronomi ve Mutfak Sanatları
Makale ve Bildiriler	