

Kestane Unu Katkısının Ekşi Mayalı Simitlerin Besleyici ve Fonksiyonel Özelliklerine Etkisi (The Effect of Chestnut Flour Incorporation on the Nutritional and Functional Properties of Sourdough Simit)

* Kübra TOPALOĞLU GÜNAN ^{a,b} , Tuğçe BOĞA ^a , Seda ÇAKMAK KAVSARA ^a , İkbal Ertuğrul DİKEÇ ^a , Perihan YOLCI ÖMEROĞLU ^{b,c} , Emir ALPAY ^a 

^a Maltepe University, Faculty of Fine Arts, Department of Gastronomy and Culinary Arts, Istanbul/Türkiye

^b Bursa Uludag University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, Bursa/Türkiye

^c Bursa Uludag University Science and Technology Application and Research Center, Bursa/Türkiye

Makale Geçmişi

Gönderim Tarihi: 28.10.2024

Kabul Tarihi: 12.03.2025

Anahtar Kelimeler

Ekşi maya

Fonksiyonel gıda

Kestane unu

Simit

Öz

Simit, Türk mutfağında önemli bir yere sahip olup, içerik ve üretim yöntemleri açısından çeşitlilik göstermektedir. Bu çalışma, geleneksel simit üretiminde kestane unu ve ekşi maya kullanımının simidin besin değerine ve fonksiyonel özelliklerine etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda, kestane unu farklı oranlarda (%5, %10, %15, %20) buğday unu ile ikame edilerek simit üretimi gerçekleştirilmiş ve kimyasal, fiziksel ve duyu analizler yapılmıştır. Duyusal analizler ise 20 panelistten oluşan bir tüketici grubu tarafından yürütülmüş ve genel kabul edilebilirlik seviyeleri belirlenmiştir. Bu veriler, istatistiksel paket programları kullanılarak ANOVA ve Tukey çoklu karşılaştırma analizleri ile incelenmiştir. Kimyasal analizler, kül, toplam yağ ve diyet lifi oranlarının kestane unu miktarı arttıkça yükseldiğini, nem ve protein oranlarının ise azaldığını göstermiştir. Renk analizlerinde kestane unu ilavesi, parlaklık (L*) ve sarılık (b*) değerlerini düşürürken, kırmızılık (a*) değerini artırmıştır. Tekstürel analiz sonuçları, kestane unu ilavesinin sertlik, çiğnenebilirlik ve esneklik üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını; ancak yapışkanlık ve elastikiyetin azaldığını ortaya koymuştur. Duyusal analizlerde simit örnekleri genel olarak kabul edilebilir bulunmuştur. Sonuç olarak, kestane ununun ekşi mayalı simitlerin besleyici değerini artırdığı ve simitlere daha koyu bir renk kazandırdığı belirlenmiştir. Bu çalışma, geleneksel ürünlerin fonksiyonel ve besinsel özelliklerini iyileştirmeye yönelik yenilikçi bileşenlerin kullanımına dair gıda endüstrisine katkı sağlayacak bir yaklaşım sunmaktadır.

Keywords

Chestnut flour

Functional food

Simit

Sourdough

Makalenin Türü

Araştırma Makalesi

Abstract

Simit holds a significant place in Turkish cuisine, exhibiting diversity in its ingredients and production methods. This study aims to investigate the effects of chestnut flour and sourdough on the nutritional value and functional properties of traditional simit. For this purpose, chestnut flour was substituted at different ratios (5%, 10%, 15%, 20%) with wheat flour, and the produced simit samples were subjected to chemical, physical, and sensory analyses. Sensory evaluations were conducted with a consumer panel of 20 participants to determine overall acceptability levels. The data were analyzed using statistical software, employing ANOVA and Tukey's multiple comparison tests. Chemical analyses revealed that as the chestnut flour content increased, ash, total fat, and dietary fiber levels rose, whereas moisture and protein contents decreased. Color analysis indicated that chestnut flour addition reduced brightness (L*) and yellowness (b*) values while increasing redness (a*) values. Textural analysis results showed that chestnut flour incorporation did not significantly affect hardness, chewiness, and springiness; however, it led to a decrease in cohesiveness and resilience. Sensory evaluations confirmed that all simit samples were generally acceptable. In conclusion, the study determined that chestnut flour enhances the nutritional value of sourdough simit and contributes to a darker color. This study presents an approach that offers valuable insights to the food industry regarding the use of innovative ingredients to improve the functional and nutritional properties of traditional products.

* Sorumlu Yazar

E-posta: kubratopaloglu@maltepe.edu.tr (K. Topaloğlu Günan)

DOI: 10.21325/jotags.2025.1575

GİRİŞ

Geçmişten günümüze Türk mutfağının sevilen ürünlerinden biri olan simit farklı yörelerde farklı çeşitleriyle insanların gündelik diyetlerinde kendisine yer bulmuştur. Simitin ortaya çıkış zamanı ve yeri kesin olarak bilinmemekle birlikte, 14. yüzyılda Anadolu’da yaşayan Türk şair Kaygusuz Abdal’ın şiirlerinde simitten bahsettiği belirtilmektedir (Ünsal, 2010). Osmanlı mutfağına ait 1651 tarihli bir mutfak defterinde, II. Bayezid döneminden itibaren İstanbul simidinin beyaz un ile üretildiği kaydedilmiştir (Bayram, 2020; Şeker, 2018). Ayrıca, 1525 yılına ait Osmanlı narh kayıtlarında simidin yer alması, bu dönemde yaygın olarak tüketilen bir gıda olduğunu göstermektedir. Osmanlı dönemi kayıtlarına göre “İstanbul simidi, saraylı yağlı simit, saraylı ve katmer simit, hurde halka simit, hurde halka simit yağlı, yağlı simit, simid-i kandil çörek” gibi farklı türleri üretilmiştir (Baslar, Ozcelik & Kiziltepe, 2023). Tarihsel süreçte başta “kepeksiz beyaz un” anlamıyla kullanılan “simit” kelimesi İstanbul’da 17. yy. dan itibaren beyaz undan yapılan “halka biçimli ekmek” anlamını kazanmış ve bu yüzyıldan itibaren İstanbul’da günümüzdeki formunda satılmaya başlanmıştır (Dikkaya, 2011; Işın, 2018; Nişanyan, 2022).

Güncel Türkçe Sözlük’te ise simit, “Halka biçiminde, genellikle üzerine susam serpilmiş çörek.” şeklinde tanımlanmıştır (TDK, 2024). Ekonomik ve lezzetli oluşunun yanında kolay erişilebilir olması, simidi günlük tüketimde yüksek oranda tercih edilir kılmıştır (Özbay, 2020). Türkiye’deki simit çeşitleri, çeşitli faktörlere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu faktörler arasında kullanılan maya türü, kullanılan pekmezin çeşidi ve pekmezlemenin sıcak veya soğuk yapılması yer almaktadır. Ayrıca, simidin susamlı veya susamsız olması ve şekillendirme yöntemlerindeki farklılıklar da simit çeşitliliğine etki etmektedir. 2024 yılı itibarıyla mahreç işareti taşıyan ve temel simit tanımına uygunluk gösteren coğrafi işaretli ürünler arasında Ankara Simidi, Eskişehir Simidi, Kastamonu Simidi, Manisa Taban Simidi, Muğla Simidi, Rize Simidi, Samsun Simidi, İzmit Simidi ve İzmir Gevreği bulunmaktadır. Bu çeşitlerin yanı sıra, klasik halka formunda olmayan ancak simit kategorisinde değerlendirilen Nevşehir Simidi ve Nevşehir Tahinli Simidi de coğrafi işaretli ürünler arasında yer almaktadır (Türk Patent ve Marka Kurumu, 2024b, 2024c, 2024a).

Ekşi maya, geleneksel fırıncılıkta yüzyıllardır kullanılan ve modern fırıncılıkta da yaygın olarak kullanılan bir maya türüdür. Ticari mayalara göre avantajları arasında, doğada bulunan yabani mayalar ve laktik asit bakterilerini (LAB) içermesi yer alır. Bu mikroorganizmalar, hamurun fermantasyon sürecinde rol oynayarak ekmek, simit ve pizza gibi unlu mamullere özgün lezzet ve doku kazandırır (De Vuyst & Neysens, 2005). Ekşi maya, hamur işlerinin özgün dokusunu korurken, ürünün besin değerini de artırmaktadır (Corsetti & Settanni, 2007). Ekşi mayanın fermantasyon sürecinde yabani maya ve laktik asit bakterileri hamurdaki karbonhidratları fermente eder. Bu işlem, karbondioksit gazı üretir ve hamurun kabarmasını sağlar. Ayrıca, laktik asit üretimi ürünün raf ömrünü uzatır ve lezzetini geliştirir (Coda, Cagno, Gobetti, & Rizzello, 2014). Ekşi maya içeren ürünler, daha kompleks bir lezzet profiline sahip olup, hafif ekşi ve tatlı notaların birleşimini içerir. Fermantasyon sürecinde oluşan organik asitler ve enzimler, gluten yapısını zayıflatarak hamurun daha yumuşak ve esnek olmasını sağlar (Poutanen, Flander, & Katina, 2009). Ekşi maya fermantasyon süreci ise besin değerini artırmada önemli bir rol oynar. Laktik asit bakterileri, buğday unundan gelen fitik asidi parçalayarak minerallerin emilimini artırır. Ayrıca fermantasyon sırasında bazı B grubu vitaminleri sentezlenir, bu da unlu mamullerin besleyiciliğine katkı sağlar (Arendt, Ryan, & Dal Bello, 2007). Son olarak fermantasyon süreci glutenin kısmen parçalanmasına yol açar ve bu durumun gluten hassasiyeti olan bireyler için ekşi mayalı ürünlerin sindirimini kolaylaştırabileceği düşünülmektedir (Nionelli & Rizzello, 2016).

Araştırmalar, ekşi maya ile fermente edilen ekmeklerin, ticari mayalarla yapılan ekmeklere kıyasla daha uzun süre taze kaldığını ve daha yoğun bir lezzet profiline sahip olduğunu göstermektedir (De Vuyst, Vrancken, Ravyts, Rimaux, & Weckx, 2009). Ayrıca, ekşi mayalı ekmeklerin glisemik indeksinin daha düşük olduğu ve dolayısıyla kan şekerini daha yavaş yükselttiği belirlenmiştir (Rolim, Fortes, Von Frankenberg, & Duarte, 2024). Ekşi mayanın, geleneksel ekmek üretimi dışında kek ve çeşitli hamur işlerinde de kullanıldığı görülmektedir. Bu tür ürünlerde ekşi maya, genellikle nem içeriğini koruma ve raf ömrünü uzatmak amacıyla tercih edilir. Örneğin, ekşi maya ile yapılan keklerde, fermantasyon sırasında oluşan asitler, keklerin daha uzun süre taze kalmasına ve keklerde küf gelişiminin engellenmesine yardımcı olmaktadır (Corsetti vd., 2001). Ekşi maya kullanılarak hazırlanan pizza hamurlarının kalite kriterlerinin ise istenilen düzeyde olduğu görülmüştür. Pizzada ekşi maya kullanımı ile karbonhidratların sindirilebilirliğinin ve esansiyel amino asitler gibi sağlığı destekleyici bileşenlerin biyoyararlanımının arttığı bildirilmiştir (Costantini vd., 2023). Benzer şekilde ekşi maya ile yapılan börek ve çörek gibi diğer hamur işlerinde de ekşi maya, ürünün besin değerini artırırken lezzetini daha kompleks hale getirmektedir (Katina, Salmenkallio-Marttila, Partanen, Forssell, & Autio, 2006). Ekşi maya fermantasyonunun ekmeklerin aroma özellikleri üzerindeki etkisini inceleyen başka bir çalışmada, ekşi maya ile üretilen 12 farklı tam buğday ekmek formülasyonunda, tam buğday unu ile üretilen ekşi maya starterleriyle fermente edilen ekmeklerde, ekmek iç kısmındaki uçucu organik bileşiklerin üretiminde maya ve LAB türlerine göre belirgin farklılıklar gözlemlenmiştir. Böylece duyuşal özelliklerin kontrol edebilmesinde fermantasyon süreçlerinin ve bu süreçte görevli olan maya ve mikroorganizmaların önemli olduğu vurgulanmaktadır (Warburton, Silcock, & Eyres, 2022). 22 panelist ile gerçekleştirilen ve ekmek üretiminde üç farklı mayanın duyuşal özelliklere etkisinin incelendiği bir çalışmada, üç farklı maya ile yapılan ekmeklerin tüketici tercihlerinde lezzet, doku, koku ve genel kabul edilebilirlik açısından farklılıklar olduğu ve panelistlerin, ekşi maya ile yapılan ekmekleri daha fazla tercih ettiği bulunmuştur (Ercik, 2024).

Literatür incelendiğinde, simit üretimi üzerine yapılan çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Simit kalitesini artırmaya yönelik bir çalışmada, farklı oranlarda kefir mayası (%1, %2, %3) kullanılarak üretilen simitlerin stabilitesinin artırılması ve aroma, doku, lezzet özelliklerinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonuçları, kefir tanelerinin kaliteli simit üretimi için yeterli performans gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, kefir mayasıyla üretilen simitlerde aroma ve tekstür gelişiminin yanı sıra daha uzun süreli stabilite sağlandığı belirlenmiştir (Şentürk, 2018). Başka bir çalışmada, farklı kimyasal ve teknolojik özelliklere sahip 10 özel amaçlı buğday ununun İzmir simidinin kalitesine etkisi incelenmiş ve unun kül içeriğinin simidin kalite özellikleri üzerinde önemli bir rol oynadığı bulunmuştur. Ayrıca, unun protein ve gluten içeriğinin simidin nem oranı, hacmi, gözenek yapısı ve duyuşal özellikleriyle doğrudan ilişkili olduğu belirlenmiştir (Deveci Karabacak, 2019). Simit yapımında ekşi maya kullanımı ile ilgili bir araştırmanın sonuçlarına göre, ekşi maya eklenmesi, ürünün iç yapısını daha yumuşak ve dış kabuğunu daha gevrek hale getirmektedir. Ayrıca, lezzetle ilgili duyuşal özelliklerin, kontrol örneğine kıyasla tüketiciler tarafından daha yüksek puanlar aldığı tespit edilmiştir (Öney, Ertaş, Türker, Aydın, & Eyiz, 2020).

Kestane (*Castanea sativa*), çeşitli iklim koşullarında başarıyla yetiştirilebilmesi ve sahip olduğu duyuşal, besleyici ve sağlık özellikleri nedeniyle küresel ölçekte popüler ve değerli bir yemiş olarak kabul edilmektedir (Morrone vd., 2015). Buğday unu ile karşılaştırıldığında kestane unu, sindirilebilirlik açısından büyük bir avantaj olan dirençli nişasta içeriğine sahiptir. Buğday ununun temel bileşeni olan nişasta, gastrointestinal sistemde sindirildiğinde büyük miktarda glikoz monomerine parçalanır. Bu süreç, buğday ununun kullanıldığı ürünlerin yüksek şeker alımına katkıda bulunmasına neden olmaktadır. Nişasta hidroliz hızına bağlı olarak hızlı sindirilen (HSN), yavaş sindirilen

(YSN) ve dirençli nişasta (DN) olmak üzere üç gruba ayrılır. HSN, 20 dakika içinde sindirilip emilen, YSN ise 20 ila 120 dakika arasında sindirilen nişastayı ifade ederken, DN ince bağırsakta 120 dakika içinde sindirilemeyip kalın bağırsağa geçen nişasta olarak tanımlanır ve bu nişasta, bağırsak fermantasyon süreçlerinde bir substrat olarak işlev görebilmektedir (Bojarczuk, Skapska, Mousavi Khaneghah, & Marszałek, 2022). Yakın zamanda yapılan çalışmalar, dirençli nişasta tüketiminin bağırsak sağlığı, glisemik denge, lipid metabolizması ve vücut ağırlığı gibi fizyolojik özellikler üzerindeki olumlu etkilerini değerlendirmiştir (Harris, 2019; Sobh vd., 2022). Bu bağlamda, RDS içeriği (%70,1–85,6) daha düşük olan ve daha fazla fonksiyonel bileşen içeren kestane unu gibi unların, unlu mamul üretiminde kullanılması hem şeker alımını azaltmak hem de besleyici değeri yüksek ürünler geliştirmek adına etkili bir strateji olarak değerlendirilmektedir (Hao, Li, Bao, Wu, & Ouyang, 2018; Zeng, Wang, Chen, & Zheng, 2024).

Son yıllarda, glutensiz beslenmenin sağlık açısından yararlı olduğuna dair yaygın inanış, bu ürünlerin yalnızca gluten intoleransı olan bireyler tarafından değil, daha geniş bir tüketici kitlesi tarafından da tercih edilmesine neden olmuştur (Mármol-Soler vd., 2022). Bununla birlikte, talebin artmasına rağmen, gıda sektörü glutensiz ürünlerin hem teknolojik hem de besinsel ve duyuşal açıdan istenen kalite standartlarını karşılaması konusunda önemli zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu yönelim, son yıllarda unlu mamullerde paçal un kullanımına olan eğilimi de arttırmaktadır. Aynı zamanda glutensiz olan kestane unu diğer glutensiz unların düşük besin değerinin aksine yüksek besin ögesi içeriğine sahiptir. Kestane unu esansiyel amino asitler (%4–8), diyet lifi (%4–10), düşük yağ profili (%2–4) ve doymamış yağ asitleri gibi (% 38–44 oleik asit ve %34–40 linoleik asit) biyoaktif bileşenler açısından zengindir (Morrone vd., 2015) Ayrıca çeşitli vitaminler (C ve B grubu) ve vücut için gerekli önemli mineralleri (kalsiyum, magnezyum, potasyum) de içerisinde barındırmaktadır (Mir, Bosco, & Shah, 2019) Kestane unu bu polifenoller ve antioksidan bileşenlerle eklendiği gıda ürünlerinin besin değerini artırabilecek potansiyele sahiptir (Oniszcuk vd., 2019). Yapılan çalışmalarda içerdiği diyet lifi sayesinde, bağırsak sağlığını destekleyici etkileri ve düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterole (LDL–kolesterol) karşı olumlu etkileri gösterilmiştir (Guo, Chen, Yang, & Zheng, 2024). Kestane unun kardiyovasküler sağlık, tip 2 diyabet ve bağırsak mikrobiyotası üzerinde olumlu etkileri olduğu bilinmektedir (Durazzo, Turfani, Azzini, Maiani, & Carcea, 2013; Sirini vd., 2020). Literatür incelendiğinde kestane ununun kek, şifon kek, glutensiz kurabiye, taze makarna ve ekmek gibi ürünlerde kullanıldığı görülmüştür (Brochard, Correia, Barroca, & Guiné, 2021; Demirkese, Mert, Sumnu, & Şahin, 2010; Gallego, Belorio, Guerra-Oliveira, & Gómez, 2022; Paciulli vd., 2018; Zeng vd., 2024).

Yapılan bir çalışmada, kestane unundaki lif varlığının buğday ekmeği hamurunun fonksiyonel özelliklerini iyileştirdiği, şeker içeriğinin ise nihai ürünlerin renk ve lezzetini geliştirdiği bulunmuştur. Dall'Asta vd., (2013), kestane unu ile formüle edilen ekmekleri geleneksel buğday ürünleriyle karşılaştırmış ve kestane seviyesinin artmasının (%20 ve %50) nihai ürünlerin besin değeri ve niteliksel özelliklerini iyileştirebileceğini tespit etmiştir. Kestane ununun glutensiz kurabiyelerde kullanımının incelendiği çalışmalarda, kestane unu katkısının glutensiz kurabiyelerde reolojik/kalite özellikleri ve depolama süresine etkilerini değerlendirmiştir (Paciulli vd., 2018).

Literatürde, ekşi maya kullanımı ve kestane ununun fırıncılık ürünleri üzerindeki etkileri çeşitli çalışmalarda incelenmiş olmasına rağmen, bu iki bileşenin geleneksel ekşi mayalı simit üretiminde birlikte kullanımına yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ekşi maya, fermantasyon sürecinde organik asitlerin ve aroma bileşiklerinin oluşumunu sağlayarak ürünün duyuşal kalitesini artırmakta, aynı zamanda nem içeriğini koruyarak raf ömrünü uzatmaktadır. Bunun yanı sıra, ekşi mayalı ürünlerin glisemik indeksinin daha düşük olduğu ve besin öğelerinin

biyoyararlanımını artırdığı bilinmektedir. Öte yandan, kestane unu, içeriğindeki dirençli nişasta ve yüksek diyet lifi oranı sayesinde fonksiyonel ve besleyici özellikleriyle öne çıkmaktadır. Glutensiz yapısı nedeniyle özellikle çölyak hastaları ve gluten intoleransı olan bireyler için alternatif bir un kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada, ekşi maya ve kestane unu ilavesiyle geleneksel simit üretiminin fizikokimyasal ve duyuşsal özellikler üzerindeki etkileri araştırılarak, besin değeri artırılmış, fonksiyonel bir simit formülasyonu geliştirilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen bulguların, geleneksel fırıncılık ürünlerinde besleyiciliği artırmaya yönelik yeni yaklaşımlar sunarak hem bilimsel literatüre hem de gıda endüstrisine katkı sağlaması hedeflenmektedir.

Materyal ve Metot

Materyal

Reçetede yer alan ekşi maya hariç diğer malzemeler (buğday unu (BU), kestane unu (KU), tuz, üzüm pekmezi, kavrulmuş susam ve su) İstanbul'da bulunan yerel marketlerden temin edilmiştir.

Ekşi Maya Üretimi

Ekşi maya üretimi Özüğür (2011)'un yöntemi modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. 100 g tam buğday unu, 150 ml içme suyu ve 3 g nohut cam kavanozun içerisine alınıp karıştırılmıştır ve üzeri bone ile örtülmüştür. 30 °C'de 48 saat fermentasyona bırakılmıştır. Daha sonra üzerine 100 g tam buğday unu ve 100 ml içme suyu eklenerek tekrar karıştırılmış ve üzeri bone ile kapatılarak 24 saat 30 °C'de bekletilmiştir. Tekrar hamurun üzerine 100 g tam buğday unu ve 100 ml içme suyu eklenmiş ve karıştırıldıktan sonra üzeri kapatılarak 24 saat 30 °C'de bekletilmiştir. 5. günde hamurun pH değerinin 3.8–4.0'a düştüğü görüldükten sonra kullanmaya hazır hale gelmiştir. Kullanıma hazır hale gelen hamur +4 °C'de saklanmıştır ve haftada 2 kere 1:2:2 (1 g hamur: 2 g tam buğday unu: 2 g içme suyu) kuralına göre besleme yapılmaya devam edilmiştir.

Ekşi Mayalı Simit Üretimi

Yapılan ön denemeler sonucunda duyuşsal özellikleri olumsuz etkilemeyecek şekilde buğday ununun, kestane unu ile yer değiştirme esasına göre %5, %10, %15 ve %20 (Kontrol: 100:0, S-5: 95:5, S-10: 90:10, S-15: 85:15, S-20: 80:20) oranlarında ikame edilmesinin uygun olduğu düşünülmüştür. Simit hamuru için buğday unu, kestane unu, ekşi maya, su ve tuz kullanılarak hamur hazırlanmıştır. Simit üretim reçetesi ve örnek kodları Tablo 1'de verilmiştir.

Simit hamuru için Çizelge 1'de yer alan reçeteye göre, stand mikserinde (Kitchen Aid, Classic 4,3 L, St. Joseph, MI, ABD) kanca uç kullanılarak su, ekşi maya, buğday unu ve kestane unu gluten açığa çıkana kadar orta hızda gluten oluşana kadar yoğurulmuş ve ardından oluşan hamura tuz eklenerek orta hızda 5 dk boyunca yoğurma işlemine devam edilmiştir.

Tablo 1. Simit Reçetesi

Örnek Adı ¹	Örnek Kodu	Buğday Ununa İkame Oranı	BU (g) ²	KU (g) ²	Ekşi Maya (g)	Tuz (g)	Su (ml)
Kontrol Simit	Kontrol	%0	250	0	50	5	130
KU ilaveli simit	S-5	%5	238	13	50	5	130
	S-10	%10	225	25	50	5	130
	S-15	%15	200	50	50	5	130
	S-20	%20	175	75	50	5	130

¹ Bileşenler 21±1 °C,

² %14 rutubet esasına göre; Kontrol: 100:0, S-5: 95:5, S-10: 90:10, S-15: 85:15, S-20: 80:20

Hamur, 110 g olacak şekilde eşit parçalara bölünmüş ve fitil şekli verilmiştir. 30 °C’de 60 dk üzeri kapalı şekilde fermantasyona bırakılmıştır. Daha sonra mayalanan hamurlara simit şekli verilmiştir. Solüsyona (125 g üzüm pekmez+150 g su) batırıldıktan sonra kavrulmuş susam ile kaplanmıştır ve tepsilere yerleştirilmiştir. 210±2 °C’deki endüstriyel konveksiyonlu fırında (Inoksan) başlangıçta buhar verilerek 15 dk pişirilmiş ve fırından çıkarıldıktan sonra soğutma teline alınarak soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan simit örneklerinde aynı gün renk, tekstür ve duyu analizi gerçekleştirilmiştir. Diğer analizler için örnekler parçalara ayrılarak plastik poşetlerde -18 °C’de muhafaza edilmiştir.

Kimyasal Analizler

Nem tayini için öğütülen simit örnekleri (5 g) önceden sabit tartıma getirilen alüminyum kurutma kaplarına olabildiğince yayılarak konulup kaplar 105±2 °C’de sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutma işlemi uygulanmıştır. Kurutmadan sonraki örneğin ağırlığı, kurutma öncesi tartılan örnek ağırlığına oranlanarak örneklerin nem miktarı hesaplanmıştır. Kül tayini, numunenin 550 °C’de kül fırınında (Nabertherm LV 9/11, Almanya) yakılarak NMKL No:173 (2005) standardına göre gerçekleştirilmiştir. Protein tayini için Dumas protein cihazı (Velp Dumas Nitrogen Analyzer–NDA 701, İtalya) kullanılarak AOAC (2016a)’ya göre gerçekleştirilmiştir. Toplam diyet lif analizi enzimatik–gravimetrik prensibine dayanarak, AOAC (2016b)’ya göre gerçekleştirilmiştir. Toplam yağ tayini, yağın HCl ile parçalanması, petrol eteri ile özütlenmesi ve çözgenin uçurulması prensibine dayanan NMKL No:160 (1998) metodu ile gerçekleştirilmiştir. Otomatik yağ tayin cihazı kullanılmıştır (Velp Ser148/6, İtalya). Tüm analizler üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

Renk Analizi

Renk analizi için Minolta Chroma Meter CR–400 (Minolta, Camera, Osaka, Japonya) cihazı kullanılarak, CIEL*A*B* renk skalasına göre ölçüm yapılmıştır. Bu yöntemde L* harfi açıklık–koyuluk değerini, a* harfi kırmızılık–yeşillik değerini, b* harfi ise sarılık–mavilik değerini göstermektedir.

Tekstür Analizi

Tekstür analizi için tekstür profil analizi (TPA) metodu kullanılmıştır. Simitler 1.25 cm’lik dilimlere ayrılmıştır ve 2 dilim üst üste koyularak ölçüm yapılmıştır. Simit örneklerinin dokusal özellikleri Stable Micro Systems TA.HDplus (Birleşik Krallık) model analiz cihazında %40 sıkıştırma, iki sıkıştırma döngüsü arasında 5 saniyelik bir aralık ve 5 g’lık bir tetikleyici kuvvet belirlenmiştir. Test öncesi hız 1 mm/s, test hızı 1.7 mm/s ve son test hızı 1 mm/s olacak şekilde ayarlanmıştır. Cihaza takılı 36 mm çapında silindir prob, simit örneklerine bir baskı uygulamış ve bu baskı ile yapı deforme olmuştur. Bu sırada simit örneklerinin göstermiş olduğu direnç kuvveti ölçülmüştür ve ürünün tekstür özelliklerine dair veriler toplanmıştır.

Duyusal Analiz

Üretilen simit örneklerinin duyu değerlendirilmesi, Maltepe Üniversitesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü öğrencileri ile akademisyenlerinden oluşan (18–47 yaş) 20 kişilik yarı eğitilmiş bir panelist grubu (11 kadın; 9 erkek) tarafından, simitler pişirildikten 2 saat sonra gerçekleştirilmiştir. Beyaz plastik tabaklara yerleştirilen 1.25 cm’lik dilimlere bölünen ve 3 haneli olarak rastgele kodlanan simit örnekleri, yine rastgele biçimde sıralanarak panelistlere sunulmuştur. Duyusal değerlendirmeleri içeren duyu analiz formu, ekmek ve simitte duyu kalite kriterlerini içeren, Ercik (2024) ve Öney (2020)’in çalışmaları incelenerek literatür araştırması sonucunda araştırma

konusuna göre düzenlenerek hazırlanmıştır. Simit örnekleri renk, iç renk, koku, lezzet, görünüş, gevreklik, tekstür, çiğneme ve genel kabul edilebilirlik olmak üzere 9 (dokuz) özellik bakımından 1–9 hedonik skala kullanılarak değerlendirilmiştir. Panelistler, değerlendirme sırasında 1 (hiç beğenmedim) ile 9 (çok beğendim) arasında puan vermişlerdir. 5 puan ve üzeri ortalamaya sahip olan simit örnekleri beğenilmiş olarak değerlendirilmiş ve tüketilebilir bir ürün olarak kabul edilmiştir. Duyusal analizler için Maltepe Üniversitesinden 28/11/2024 tarihli 2024/22–08 sayılı Etik Kurul Onayı alınmıştır.

İstatistiksel Analiz

Üç (3) paralel olarak gerçekleştirilen deneme deseninde elde edilen örneklerin fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki farklılıkları belirlemek için IBM SPSS (sürüm 16; SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) yazılımı kullanılmıştır. Verilerin istatistiksel analizi, %95 güven aralığında ($p<0.05$) tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey çoklu karşılaştırma testi ile gerçekleştirilmiştir. Benzer şekilde, duyusal değerlendirme sonuçları da ANOVA ve Tukey testleri kullanılarak analiz edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Kimyasal Analiz

Çalışmada buğday unu ikamesi olarak kestane unu kullanılarak ekşi mayalı simit üretilmiştir. Simit üretiminde reçetede yer alan buğday unu %5, %10, %15 ve %20 oranlarında kestane unu ile yer değiştirilmiştir. Örneklerin kimyasal kompozisyonu Tablo 2’de yer almaktadır.

Kontrol numunesinin nem içeriğinin kestane unu içeren numunelerin nem içeriğinden yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Bu sonucun kestane proteinlerinin su tutma kapasitesinin buğday proteinlerinden daha düşük olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Dülger Altınar ve Mete (2020), kestane unu ile noodle geliştirmiş ve kestane unu ile üretilen noodle örneklerinin nem değerinin bu çalışmaya benzer şekilde azaldığı görülmüştür.

Tablo 2. Ekşi mayalı simit örneklerinin kimyasal kompozisyonu

	Nem	Kül	Protein	Yağ	Karbonhidrat	Toplam Diyet Lif
Kontrol	28.553±0.015 ^a	1.036±0.006 ^d	11.253±0.006 ^a	3.221±0.004 ^d	55.936±0.029 ^c	4.040±0.002 ^c
S – 5	27.597±0.015 ^b	1.316±0.006 ^c	11.227±0.012 ^b	3.825±0.009 ^c	55.941±0.112 ^c	4.082±0.003 ^c
S – 10	27.563±0.006 ^b	1.416±0.015 ^b	11.168±0.013 ^c	3.910±0.120 ^c	56.035±0.028 ^c	4.340±0.036 ^b
S – 15	26.023±0.015 ^c	1.417±0.003 ^b	10.133±0.040 ^d	4.323±0.004 ^b	58.103±0.037 ^b	4.640±0.026 ^a
S – 20	24.830±0.017 ^d	1.566±0.015 ^a	9.833±0.015 ^d	4.472±0.003 ^a	59.298±0.047 ^a	4.682±0.010 ^a

Küçük harfler aynı sütundaki değerler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($p<0.05$). Kontrol: 100:0, S-5: 95:5, S-10: 90:10, S-15: 85:15, S-20: 80:20

Kestane unu ilavesiyle ekşi mayalı simit örneklerinin kül miktarı artmıştır. Zlateva, Stefanova, Chochkov ve Ivanova (2024)’nın çalışmasında kestane unu ile üretilen ekmeklerin mineral bileşimi belirlenmiş ve kontrol numunelerine göre daha yüksek olarak bulunmuştur. Ayrıca kestane unu içeriği arttıkça ekşi mayalı simit örneklerinin protein oranının azaldığı, yağ ve diyet lifi oranının arttığı görülmektedir. Bu sonuçlar yine Dülger Altınar ve Mete (2020)’nin çalışması ile örtüşmektedir.

Renk Analizi

Kestane unu ile üretilen ekşi mayalı simitlerin renk analiz sonuçları Tablo 3'te gösterilmektedir. Simit örneklerine KU ilavesiyle hem kabuk hem de iç dokunun L^* (parlaklık) ve b^* (sarılık) değerleri önemli ölçüde azalmaktadır. Örneklerin a^* (kırmızılık) değerleri ise KU ilavesiyle iç dokuda artışa neden olmaktadır. Kestane unu içeriğinin artması ürünlerdeki rengin koyulaşmasına neden olmuştur. Bu durum, lif açısından zengin gıdaların daha yüksek protein ve şeker içerikleri nedeniyle şekerler ve aminoasitler arasındaki Maillard reaksiyonlarıyla ilişkilidir (Arshad, Anjum, & Zahoor, 2007).

Tablo 3. Kestane unu ile yapılan ekşi mayalı simit örneklerinin renk analizi

	Kontrol	S – 5	S – 10	S – 15	S – 20
Kabuk Susamlı L^*	47.142±2.888 ^a	41.200±2.543 ^b	40.97±2.308 ^{bc}	40.325±1.308 ^{bc}	36.813±1.988 ^c
Kabuk Susamlı a^*	14.190±1.149 ^a	13.322±0.362 ^{ab}	12.92±0.654 ^{bc}	11.843±0.929 ^c	11.940±0.977 ^c
Kabuk Susamlı b^*	21.507±2.030 ^a	17.990±1.206 ^{ab}	17.513±1.676 ^b	16.637±2.530 ^b	15.827±3.346 ^b
Kabuk Susamsız L^*	62.890±2.922 ^a	52.635±1.125 ^b	50.912±1.784 ^b	45.753±1.236 ^c	39.788±0.945 ^d
Kabuk Susamsız a^*	10.470±1.039 ^a	10.403±1.121 ^a	9.712±1.680 ^a	9.192±1.285 ^a	9.103±0.715 ^a
Kabuk Susamsız b^*	28.838±2.218 ^a	22.508±0.668 ^b	21.962±0.862 ^b	18.382±1.207 ^c	12.030±1.288 ^d
İç L^*	78.632±1.139 ^a	63.360±1.262 ^b	60.055±1.218 ^b	50.015±3.058 ^c	46.733±3.461 ^c
İç a^*	0.642±0.436 ^b	5.012±0.365 ^a	5.385±0.247 ^a	5.383±0.385 ^a	5.428±0.380 ^a
İç b^*	16.527±1.150 ^a	15.982±0.322 ^{ab}	14.897±0.939 ^{bc}	14.742±0.789 ^{bc}	14.138±0.645 ^c

Küçük harfler aynı sütundaki değerler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($p<0.05$). Kontrol: 100:0, S-5: 95:5, S-10: 90:10, S-15: 85:15, S-20: 80:20

Rekha, Chauhan, Prabhasankar, Ramteke ve Rao (2013) makarnaya bitkisel un eklenmesinin renk yoğunluğunu azalttığını ve sarılığı artırdığını bildirmiştir. Dall'Asta vd., (2013), kestane unu eklenmiş ekmekler üzerinde yaptıkları çalışmada L^* değerlerini 57.4–49.4, a^* değerlerini 1.9–4.9 ve b^* değerlerini 9.2–11.5 olarak bildirmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada elde edilen sonuçları, İnkaya (2008)'nin kestane unu katkılı bisküviler üzerinde yaptığı çalışmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Tekstür Analizi

Tekstür analizi sonuçları Tablo 4'te verilmektedir. Diyet lifi ilavesiyle fırıncılık ürünlerinin sertlik değerlerinde artış olabileceği Agama-Acevedo, Pacheco-Vargas, Gutierrez-Meraz, Tovar ve Bello-Perez (2019) ve Wang, Shi, Chen, Dong ve Chen (2023) çalışmalarında belirtilmiştir. Fakat bu çalışmada kontrol örneğinin (6293.732 N), S–20 örneğinden (6021.866 N) daha sert olduğu görülmektedir. Kestane unu ilavesi, simit örneklerinin sertlik, çignenebilirlik ve esneklik değerleri arasında önemli bir değişime sebep olmadığı görülmektedir ($p<0.05$).

Tablo 4. Kestane unu ile yapılan ekşi mayalı simit örneklerinin tekstür analizi

	Sertlik (N)	Esneklik	Yapışkanlık	Çignenebilirlik	Elastikiyet
Kontrol	6293.732±673.736 ^a	0.798±0.025 ^a	0.687±0.011 ^a	3111.372±334.977 ^a	0.288±0.014 ^a
S – 5	5122.353±170.857 ^a	0.831±0.039 ^a	0.645±0.039 ^{ab}	2923.518±142.049 ^a	0.281±0.015 ^a
S – 10	5753.160±782.938 ^a	0.807±0.018 ^a	0.620±0.034 ^{ab}	2997.000±484.272 ^a	0.278±0.012 ^a
S – 15	6254.293±341.579 ^a	0.824±0.031 ^a	0.618±0.019 ^{ab}	3182.816±211.768 ^a	0.248±0.014 ^{ab}
S – 20	6021.866±1236.885 ^a	0.818±0.052 ^a	0.560±0.056 ^b	2680.261±786.122 ^a	0.232±0.025 ^b

Küçük harfler aynı sütundaki değerler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($p<0.05$). Kontrol: 100:0, S-5: 95:5, S-10: 90:10, S-15: 85:15, S-20: 80:20

Yapışkanlık ve elastikiyet değerleri açısından kontrol örneği (0.687) ile S-20 (0.560) arasında önemli bir fark bulunduğu görülmektedir. Kestane unu ile zenginleştirilmiş ekşi mayalı simit örneklerinde kestane unu ilavesiyle yapışkanlık ve elastikiyet değerlerinin azaldığı görülmektedir.

Duyusal Analiz

Kestane unu ilave edilen ekşi mayalı simit örneklerinin duyusal değerlendirmesi 9'lu hedonik skala (1: Hiç beğenmedim – 9: Çok beğendim) kullanılarak, 20 panelist (18 – 47 yaş aralığında; 11 kadın ve 9 erkek) ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada üretilen simit örneklerine ait duyusal analiz sonuçları Tablo 5'te, sonuçlar ile elde edilen radar grafiği ile örneklere ait görsel Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 5. Kestane unu ile yapılan ekşi mayalı simit örneklerinin duyusal analizi

	Kontrol	S – 5	S – 10	S – 15	S – 20
Renk	8.333±0.840 ^a	7.944±0.802 ^{ab}	7.389±1.195 ^{abc}	7.111±1.023 ^{bc}	6.667±1.283 ^c
İç Renk	8.389±0.698 ^a	7.500±0.924 ^{ab}	6.944±1.162 ^b	6.722±0.958 ^{bc}	5.833±1.249 ^c
Koku	8.333±0.686 ^a	7.722±1.320 ^{ab}	7.444±1.097 ^{ab}	6.833±1.295 ^b	6.722±1.227 ^b
Lezzet	8.000±0.907 ^a	7.647±1.057 ^a	7.111±0.900 ^{ab}	6.556±1.199 ^b	6.556±1.381 ^b
Görünüş	8.111±0.758 ^a	7.556±1.042 ^{ab}	7.000±1.237 ^{bc}	6.778±0.808 ^{bc}	6.111±1.079 ^c
Gevreklik	7.889±0.900 ^a	7.778±1.003 ^{ab}	6.889±0.963 ^{bc}	6.389±1.037 ^c	6.222±1.060 ^c
Tekstür	7.611±1.037 ^a	7.389±0.979 ^a	6.833±0.985 ^{ab}	6.333±0.970 ^b	6.000±1.188 ^b
Çiğneme	8.056±0.998 ^a	7.722±0.895 ^a	7.333±1.029 ^{ab}	6.611±0.850 ^{bc}	6.056±0.938 ^c
Genel Kabul	8.389±0.608 ^a	7.778±0.808 ^{ab}	7.167±0.707 ^{bc}	6.667±0.767 ^{cd}	6.278±0.826 ^d

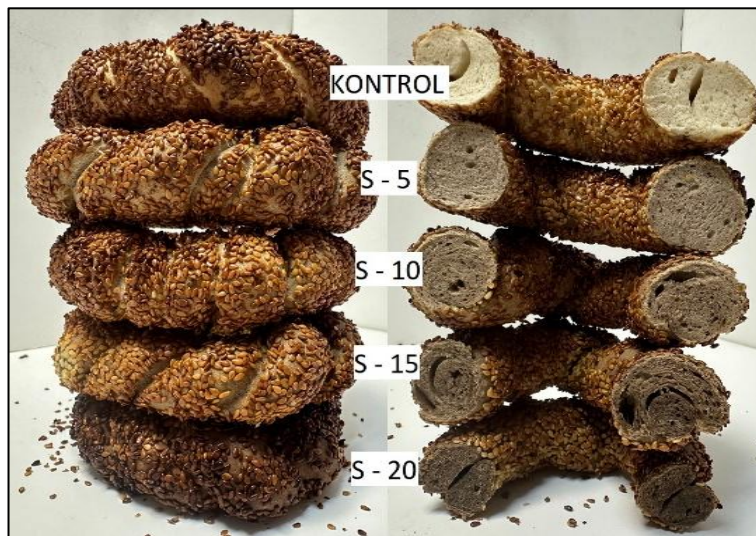
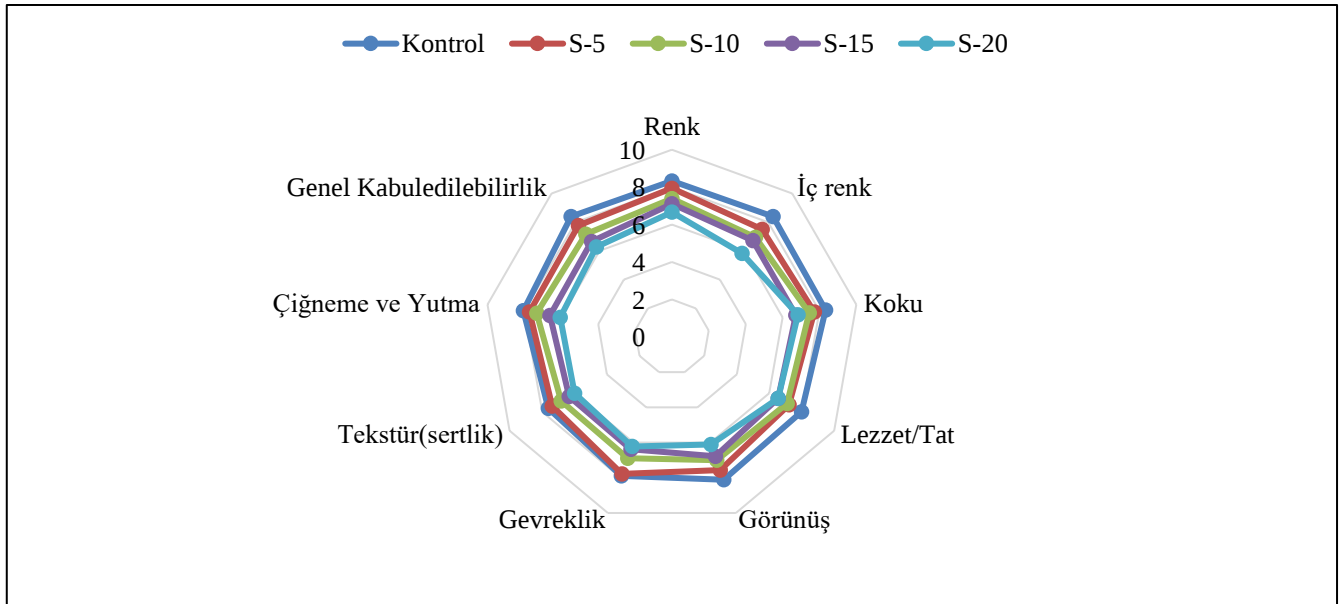
Küçük harfler aynı sütundaki değerler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05). Kontrol: 100:0, S-5: 95:5, S-10: 90:10, S-15: 85:15, S-20: 80:20

Bu çalışmada, farklı oranlarda kestane unu içeren ekşi mayalı simit örneklerinin duyusal özellikleri değerlendirilmiştir. Kontrol örneği ile karşılaştırıldığında, kestane unu oranının artışıyla birlikte duyusal parametrelerde genel bir düşüş eğilimi gözlemlenmiştir. Renk ve iç renk açısından değerlendirildiğinde, kestane unu oranının artmasıyla puanların düştüğü görülmektedir. Kontrol örneği en yüksek renk (8.333) ve iç renk (8.389) skorlarına sahipken, en yüksek kestane unu oranına sahip S-20 örneği en düşük puanları almıştır (sırasıyla 6.667 ve 5.833). Bu durum, kestane ununun hamur formülasyonuna eklenmesiyle renk değişiminin katılımcılar tarafından olumsuz algılanabileceğini göstermektedir. Koku ve lezzet değerlendirmelerinde de kestane unu oranı arttıkça duyusal skorların azaldığı belirlenmiştir. Kontrol örneği, koku (8.333) ve lezzet (8.000) açısından en yüksek puanı alırken, S-20 örneği koku açısından 6.722 ve lezzet açısından 6.556 puan almıştır. Kestane ununun aroma ve tat profiline etkisinin, katılımcıların alışık olduğu geleneksel ekşi mayalı simit formülasyonundan farklı bir lezzet sunması nedeniyle duyusal kabulü azalttığı düşünülebilir. Görünüş, gevreklik, tekstür ve çiğneme özellikleri açısından değerlendirildiğinde de kestane unu oranının artışıyla birlikte puanların azaldığı gözlemlenmiştir. Özellikle gevreklik ve tekstür değerlendirmelerinde, kontrol grubu en yüksek skorları alırken (7.889 ve 7.611), S-20 örneği en düşük skorlarla (6.222 ve 6.000) değerlendirilmiştir. Bu durum, kestane ununun hamur yapısını değiştirerek gevreklik ve tekstürel özellikleri olumsuz yönde etkileyebileceğini göstermektedir. Genel kabul açısından değerlendirildiğinde, kontrol örneği (8.389) en yüksek puanı alırken, kestane unu oranının artışıyla birlikte genel kabul puanları anlamlı bir düşüş göstermiştir (p<0.05). S-20 örneği, en düşük genel kabul skoruna (6.278) sahiptir. Bu sonuçlar, kestane ununun duyusal kalite üzerinde belirgin bir etkisinin olduğunu ve yüksek oranlarda kullanımının tüketici beğenisini

olumsuz yönde etkileyebileceğini göstermektedir. Ancak incelenen tüm duysal özellikler 5 ile 8 hedonik puan arasında değerlendirilerek tüm simit örneklerinin kabul edilebilir olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, kestane unu ilavesinin duysal özellikler üzerinde farklı seviyelerde etkili olduğu belirlenmiştir. Özellikle %10 oranına kadar kestane unu içeren örnekler (Kontrol, S-5, S-10), duysal özelliklerde ciddi kayıplar yaşamadan kabul edilebilir düzeyde bulunmuştur. Ancak, daha yüksek oranlarda kestane unu kullanımı (S-15, S-20), renk, koku, lezzet, tekstürel özellikler ve genel kabul açısından belirgin bir düşüşe yol açmıştır. Bu nedenle, kestane ununun ekşi mayalı simit üretiminde duysal kaliteyi koruyacak optimum seviyelerde kullanılması önerilmektedir.

Alinovi, Paciulli, Rinaldi, Barbanti ve Chiavaro (2023) taze makarnaya kestane unu ilave ederek ürünlerin duysal özelliklerini incelemiş ve %30 ve %40 oranında kestane unu ilavesinin kabul edilebilir bulunduğunu belirtmişlerdir. Ahsan vd., (2023)'nin çalışmasında ise kestane unu seviyesi artışıyla üretilen ramenlerin hedonik puanları 8.38 ile 7.57 arasında değişmiştir.



Şekil 1. Simit örneklerinin duysal analiz verilerine ait radar grafiği ve simit örneklerinin görünüşü

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, kestane ununun geleneksel ekşi mayalı simit üretiminde kullanımının kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikler üzerinde önemli etkileri olduğunu ortaya koymuştur. Kestane ununun buğday unu ile ikame edilmesi, simitin nem içeriğini azaltırken kül, toplam yağ ve diyet lifi oranlarını artırmıştır. Bu bulgular, kestane unu ilavesinin geleneksel simitin besin değerini yükselttiğini göstermektedir. Ayrıca, kestane unu eklenmesiyle simitlerin renk, gevreklik ve lezzet profillerinde farklılıklar meydana gelmiş; özellikle, kestane unu içeren simitlerin daha koyu renkte olduğu ve duyuşal analizlerde tüketiciler tarafından olumlu değerlendirmeler aldığı belirlenmiştir. Kestane ununun içerdiği biyoaktif bileşenler ve fonksiyonel özellikleri, tüketicilere sağlıklı bir alternatif sunma potansiyeline sahiptir.

Bu bulgular, geleneksel simit gibi fırıncılık ürünlerinin besleyici ve fonksiyonel özelliklerini artırmaya yönelik yenilikçi yaklaşımlar sunmakta olup, gıda endüstrisinde kestane unu gibi alternatif bileşenlerin kullanımına ilişkin bir yol haritası çizmektedir. Günümüzde fonksiyonel ve glutensiz ürünlere olan talebin artması, kestane ununun fırıncılık sektöründe alternatif bir ham madde olarak değerlendirilmesini önemli kılmaktadır. Kestane ununun belirli oranlarda buğday unu ile ikame edilmesi, hem küçük ölçekli hem de büyük ölçekli üreticiler için daha besleyici ve farklı lezzet profiline sahip ürünler geliştirme fırsatı sunmaktadır.

Akademik açıdan değerlendirildiğinde, bu çalışma kestane ununun ekşi mayalı simit üretiminde fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikler üzerindeki etkilerini inceleyen sınırlı sayıda araştırılardan biri olup, fonksiyonel un kaynaklarının geleneksel hamur işlerinde nasıl optimize edilebileceğine dair literatüre katkı sağlamaktadır. Ayrıca, kestane ununun farklı pişirme teknikleriyle nasıl etkileşime girdiği ve diğer fonksiyonel bileşenlerle nasıl sinerji oluşturabileceği konularına yönelik gelecekteki araştırmalara temel teşkil etmektedir.

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Araştırmada yalnızca belirli bir oran kestane unu kullanılarak simit üretimi gerçekleştirilmiş olup, farklı oranlardaki kestane unu ilavesinin etkileri detaylı olarak incelenmemiştir. Bunun yanı sıra, duyuşal analizler sınırlı sayıda panelist ile gerçekleştirilmiş olduğundan, daha geniş bir tüketici paneli ile yapılacak değerlendirmeler farklı sonuçlar ortaya koyabilir. Ayrıca, kestane ununun simitin raf ömrü ve mikrobiyal stabilitesi üzerindeki etkileri bu çalışmada ele alınmamış olup, gelecekteki araştırmalarda bu konuların detaylı bir şekilde incelenmesi önerilmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma, kestane ununun geleneksel ekşi mayalı simit üretiminde kullanımının gıda kalitesi ve besleyiciliği üzerindeki etkilerini ortaya koyarak, hem akademik araştırmalar hem de gıda endüstrisi açısından önemli bir katkı sağlamaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmaların, kestane ununun farklı seviyelerde kullanımı ve diğer fonksiyonel bileşenlerle kombinasyonlarının daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine odaklanması önerilmektedir.

Beyan

Makalenin tüm yazarları makale sürecine eşit katkıda bulunmuştur. Yazarların beyan edecekleri herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır. Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'nun 2209 – A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında 1919B012307622 no'lu proje ile desteklenmiştir. Etik Kurul Onayı/Ethics Committee Approval: Bu araştırmada kullanılan verilerin toplanabilmesi için gerekli olan etik kurul izin belgesi Maltepe Üniversitesi etik kurulu 28/11/2024 tarihi ve 2024/22–08 numarası ile alınmıştır.

KAYNAKÇA

- Agama-Acevedo, E., Pacheco-Vargas, G., Gutierrez-Meraz, F., Tovar, J., & Bello-Perez, L. A. (2019). Dietary fiber content, texture, and in vitro starch digestibility of different white bread crusts. *Journal of Cereal Science*, 89, 102824. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102824>
- Ahsan, M., Moin, A., Ashraf, H., Kamran, M., Manzoor, I., & Giuffrè, A. M. (2023). Technological, quality and nutritional characteristics of ramen noodles with wheat flour partially substituted by water chestnut flour. *Italian Journal of Food Science*, 35(4), 136-146. <https://doi.org/10.15586/ijfs.v35i4.2423>
- Alinovi, M., Paciulli, M., Rinaldi, M., Barbanti, D., & Chiavaro, E. (2023). Effect of chestnut flour fortification on physico-chemical characteristics of gluten-free fresh pasta. *International Journal of Food Science & Technology*, 58(6), 3360-3370. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16309>
- Arendt, E. K., Ryan, L. A. M., & Dal Bello, F. (2007). Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiology*, 24(2), 165-174. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.011>
- Arshad, M. U., Anjum, F. M., & Zahoor, T. (2007). Nutritional assessment of cookies supplemented with defatted wheat germ. *Food Chemistry*, 102(1), 123-128. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.04.040>
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2016a). *AOAC 992.15, Crude Protein in Meat and Meat Products Including Pet Foods* (20th edition). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2016b). *AOAC 991.43, Total, soluble and insoluble dietary fibre in foods* (20th edition). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Baslar, M., Ozcelik, G. N., & Kiziltepe, E. (2023). A comprehensive review on simit, a turkish traditional food. *International Journal of Gastronomy Research*. <https://doi.org/10.56479/ayed.2023.06281>
- Bayram, R. (2020). *Ziyaretçilerin Sokak Lezzetlerine Yönelik Gastronomik İmaj Algısının Satın Alma Niyetine Etkisi: Antalya Örneği* (Yüksek Lisans Tezi). Alanya Hamdullah Emin Paşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Antalya.
- Bojarczuk, A., Skąpska, S., Mousavi Khaneghah, A., & Marszałek, K. (2022). Health benefits of resistant starch: A review of the literature. *Journal of Functional Foods*, 93, 105094. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2022.105094>
- Brochard, M., Correia, P., Barroca, M. J., & Guiné, R. P. F. (2021). Development of a New Pasta Product by the Incorporation of Chestnut Flour and Bee Pollen. *Applied Sciences* 2021, Vol. 11, Page 6617, 11(14), 6617. <https://doi.org/10.3390/APP11146617>
- Coda, R., Cagno, R. Di, Gobbetti, M., & Rizzello, C. G. (2014). Sourdough lactic acid bacteria: Exploration of non-wheat cereal-based fermentation. *Food Microbiology*, 37, 51-58. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.06.018>
- Corsetti, A., Lavermicocca, P., Morea, M., Baruzzi, F., Tosti, N., & Gobbetti, M. (2001). Phenotypic and molecular identification and clustering of lactic acid bacteria and yeasts from wheat (Species Triticum Durum and Triticum Aestivum) Sourdoughs of Southern Italy. *International Journal of Food Microbiology*, 64(1-2), 95-104. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(00\)00447-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(00)00447-5)

- Topaloğlu Günan, K., Boğa, T., Çakmak Kavsara, S., Dikeç, İ. E., Yolcu Ömeroğlu, P. & Alpay, E. JOTAGS, 2025, 13(1)
- Corsetti, A., & Settanni, L. (2007). Lactobacilli in sourdough fermentation. *Food Research International*, 40(5), 539-558. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.11.001>
- Costantini, A., Verni, M., Mastrolonardo, F., Rizzello, C. G., Di Cagno, R., Gobetti, M., ... Polo, A. (2023). Sourdough “Biga” fermentation improves the digestibility of pizza pinsa romana: An Investigation through a Simulated Static In Vitro Model. *Nutrients*, 15(13), 2958. <https://doi.org/10.3390/nu15132958>
- Dall’Asta, C., Cirlini, M., Morini, E., Rinaldi, M., Ganino, T., & Chiavaro, E. (2013). Effect of chestnut flour supplementation on physico-chemical properties and volatiles in bread making. *LWT - Food Science and Technology*, 53(1), 233-239. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2013.02.025>
- De Vuyst, L., Vrancken, G., Ravyts, F., Rimaux, T., & Weckx, S. (2009). Biodiversity, ecological determinants, and metabolic exploitation of sourdough microbiota. *Food Microbiology*, 26(7), 666-675. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2009.07.012>
- De Vuyst, Luc, & Neysens, P. (2005). The sourdough microflora: Biodiversity and metabolic interactions. *Trends in Food Science & Technology*, 16(1-3), 43-56. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2004.02.012>
- Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G., & Sahin, S. (2010). Utilization of chestnut flour in gluten-free bread formulations. *Journal of Food Engineering*, 101(3), 329-336. <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2010.07.017>
- Deveci Karabacak, N. (2019). *Farklı Kalite Özelliklerine Sahip Özel Amaçlı Buğday Unlarının İzmir Simidinin (Gevrek) Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Dikkaya, F. (2011). Evliya Çelebi Seyahatnâmesi’nde simit ve simitçiler. *Milli Folklor*, 23(92), 72-76.
- Durazzo, A., Turfani, V., Azzini, E., Maiani, G., & Carcea, M. (2013). Phenols, lignans and antioxidant properties of legume and sweet chestnut flours. *Food Chemistry*, 140(4), 666-671. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2012.09.062>
- Dülger Altınar, D., & Mete, M. (2020). An investigation of the effect of chestnut flour additive on the nutritional and quality properties of noodle. *Gıda*, 45(6), 1061-1072. <https://doi.org/10.15237/gida.GD20083>
- Ercik, C. (2024). The impact of using different yeast species in bread production on consumer preferences: A comparative analysis of taste. *Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(1), 76-93. <https://doi.org/10.52122/nisantasisbd.1436189>
- Gallego, C., Belorio, M., Guerra-Oliveira, P., & Gómez, M. (2022). Effects of adding chickpea and chestnut flours to layer cakes. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(8), 4840-4846. <https://doi.org/10.1111/IJFS.15719>
- Guo, Q., Chen, L., Yang, D., & Zheng, B. (2024). Heat-moisture treatment enhances the ordered degree of starch structure in whole chestnut flour and alters its gut microbiota modulation in mice fed with high-fat diet. *International Journal of Biological Macromolecules*, 254, 127961. <https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2023.127961>

- Topaloğlu Günan, K., Boğa, T., Çakmak Kavsara, S., Dikeç, İ. E., Yolcu Ömeroğlu, P. & Alpay, E. JOTAGS, 2025, 13(1)
- Hao, H., Li, Q., Bao, W., Wu, Y., & Ouyang, J. (2018). Relationship between physicochemical characteristics and in vitro digestibility of chestnut (*Castanea mollissima*) starch. *Food Hydrocolloids*, 84, 193-199. <https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2018.05.031>
- Harris, K. F. (2019). An introductory review of resistant starch type 2 from high-amylose cereal grains and its effect on glucose and insulin homeostasis. *Nutrition Reviews*, 77(11), 748-764. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuz040>
- Işın, P. M. (2018). *Avcılıktan Gurmeliğe Yemeğin Kültürel Tarihi*. İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.
- İnkaya, A. N. (2008). *Bisküvi Üretiminde Kestane Kullanım Olanaklarının Araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Katina, K., Salmenkallio-Marttila, M., Partanen, R., Forssell, P., & Autio, K. (2006). Effects of sourdough and enzymes on staling of high-fibre wheat bread. *LWT - Food Science and Technology*, 39(5), 479-491. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.03.013>
- Mármol-Soler, C., Matias, S., Miranda, J., Larretxi, I., Fernández-Gil, M. del P., Bustamante, M. Á., ... Simón, E. (2022). Gluten-free products: Do we need to update our knowledge? *Foods*, 11(23), 3839. <https://doi.org/10.3390/foods11233839>
- Mir, S. A., Bosco, S. J. D., & Shah, M. A. (2019). Technological and nutritional properties of gluten-free snacks based on brown rice and chestnut flour. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18(1), 89-94. <https://doi.org/10.1016/J.JSSAS.2017.02.002>
- Morrone, L., Dall'Asta, C., Silvanini, A., Cirilini, M., Beghè, D., Fabbri, A., & Ganino, T. (2015). The influence of seasonality on total fat and fatty acids profile, protein and amino acid, and antioxidant properties of traditional italian flours from different chestnut cultivars. *Scientia Horticulturae*, 192, 132-140. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2015.04.018>
- Nionelli, L., & Rizzello, C. (2016). Sourdough-based biotechnologies for the production of gluten-free foods. *Foods*, 5(3), 65. <https://doi.org/10.3390/foods5030065>
- Nişanyan, S. (2022). *Simit*. Geliş tarihi 28 Ağustos 2024, gönderen <https://www.nisanyansozluk.com/kelime/simit>
- Nordic Committe on Food Analysis (NMKL). (1998). Method 160 Fat. Determination in foods. Oslo: Nordic Committe on Food Analysis.
- Nordic Committe on Food Analysis (NMKL). (2005). Method 173 Ash, gravimetric determination in foods. Oslo: Nordic Committe on Food Analysis.
- Oniszcuk, A., Widelska, G., Wójtowicz, A., Oniszcuk, T., Wojtunik-Kulesza, K., Dib, A., & Matwijczuk, A. (2019). Content of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of New Gluten-Free Pasta with the Addition of Chestnut Flour. *Molecules* 2019, Vol. 24, Page 2623, 24(14), 2623. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES24142623>
- Öney, B. N., Ertaş, N., Türker, S., Aydın, M., & Eyiz, V. (2020). Tam buğday unundan ekşi hamur yöntemiyle simit üretimi üzerine bir araştırma. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2(1), 1-11.

- Topaloğlu Günan, K., Boğa, T., Çakmak Kavsara, S., Dikeç, İ. E., Yolcu Ömeroğlu, P. & Alpay, E. JOTAGS, 2025, 13(1)
- Özbay, G. (2020). Ulusal ve uluslararası platformda gastronomik kimlik unsuru olarak simit. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 8(1), 670-683. <https://doi.org/10.21325/jotags.2020.571>
- Özüğür, G. (2011). *Glutensiz Ekmeklerde Ekşi Hamur Kullanımının Kaliteye Etkileri* (Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Paciulli, M., Rinaldi, M., Cavazza, A., Ganino, T., Rodolfi, M., Chiancone, B., & Chiavaro, E. (2018). Effect of chestnut flour supplementation on physico-chemical properties and oxidative stability of gluten-free biscuits during storage. *LWT*, 98, 451-457. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.09.002>
- Poutanen, K., Flander, L., & Katina, K. (2009). Sourdough and cereal fermentation in a nutritional perspective. *Food Microbiology*, 26(7), 693-699. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2009.07.011>
- Rekha, M. N., Chauhan, A. S., Prabhasankar, P., Ramteke, R. S., & Rao, G. V. (2013). Influence of vegetable purees on quality attributes of pastas made from bread wheat (*T. aestivum*). *CyTA - Journal of Food*, 11(2), 142-149. <https://doi.org/10.1080/19476337.2012.708881>
- Rolim, M. E., Fortes, M. I., Von Frankenberg, A., & Duarte, C. K. (2024). Consumption of sourdough bread and changes in the glycemic control and satiety: A systematic review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(3), 801-816. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2108756>
- Sirini, N., Roldán, A., Lucas-González, R., Fernández-López, J., Viuda-Martos, M., Pérez-Álvarez, J. A., ... Rosmini, M. R. (2020). Effect of chestnut flour and probiotic microorganism on the functionality of dry-cured meat sausages. *LWT*, 134, 110197. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2020.110197>
- Sobh, M., Montroy, J., Daham, Z., Sibbald, S., Lalu, M., Stintzi, A., ... Fergusson, D. A. (2022). Tolerability and SCFA production after resistant starch supplementation in humans: A systematic review of randomized controlled studies. *American Journal of Clinical Nutrition*, 115(3), 608-618. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqab402>
- Şeker, İ. T. (2018). *Sokak Yemekleri*. A. Akbaba & N. Serçeoğlu (Ed.), *Gastronomi ve Yiyecek Tarihi* (ss. 392-400) içinde. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Şentürk, A. (2018). *Simit Üretiminde Pişirme Mayası Olarak Kefir Taneleri Kullanımının Simitin Depolama Süresi Boyunca Bazı Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerine Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- TDK. (2024). Simit. Geliş tarihi 28 Ağustos 2024, gönderen <https://sozluk.gov.tr>
- Türk Patent ve Marka Kurumu. (2024a). *İzmir Gevreği*. Geliş tarihi 18 Ekim 2024, gönderen <https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/3325>
- Türk Patent ve Marka Kurumu. (2024b). *Nevşehir*. Geliş tarihi 18 Ekim 2024, gönderen <https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/liste?il=&tur=&urunGrubu=&adi=nevşehir>
- Türk Patent ve Marka Kurumu. (2024c). *Simit*. Geliş tarihi 18 Ekim 2024, gönderen <https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/liste?il=&tur=&urunGrubu=&adi=simidi>
- Ünsal, A. (2010). *Susamlı Halkanın Tılsımı*. İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.

- Wang, L., Shi, D., Chen, J., Dong, H., & Chen, L. (2023). Effects of Chinese chestnut powder on starch digestion, Texture properties, and staling characteristics of bread. *Grain & Oil Science and Technology*, 6(2), 82-90. <https://doi.org/10.1016/j.gaost.2023.01.001>
- Warburton, A., Silcock, P., & Eyres, G. T. (2022). Impact of sourdough culture on the volatile compounds in wholemeal sourdough bread. *Food Research International*, 161, 111885. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111885>
- Zeng, X., Wang, M., Chen, L., & Zheng, B. (2024). Impact of using whole chestnut flour as a substitute for cake flour on digestion, functional and storage properties of chiffon cake: A potential application study. *Food Chemistry*, 432, 137016. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137016>
- Zlateva, D., Stefanova, D., Chochkov, R., & Ivanova, P. (2024). Mineral content of wheat bread enriched with chestnut and rosehip flour. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 30(2).

The Effect of Chestnut Flour Incorporation on the Nutritional and Functional Properties of Sourdough Simit

Kübra TOPALOĞLU GÜNAN

Maltepe University, Faculty of Fine Arts, Istanbul/Türkiye

Bursa Uludag University, Faculty of Agriculture, Bursa/Türkiye

Tuğçe BOĞA

Maltepe University, Faculty of Fine Arts, Istanbul/Türkiye

Seda ÇAKMAK KAVSARA

Maltepe University, Faculty of Fine Arts, Istanbul/Türkiye

İkbal Ertuğrul DİKEÇ

Maltepe University, Faculty of Fine Arts, Istanbul/Türkiye

Perihan YOLCI ÖMEROĞLU

Bursa Uludag University, Faculty of Agriculture, Bursa/Türkiye

Bursa Uludag University, Bursa/Türkiye

Emir ALPAY

Maltepe University, Faculty of Fine Arts, Istanbul/Türkiye

Extended Summary

Simit, a popular and frequently consumed product of Turkish cuisine throughout history, has been transformed into various forms and consumed in different regions. From the 17th century onwards, the simit, which has come to be known in Istanbul as a ring-shaped bread made of white flour sprinkled with sesame seeds, has generally been defined as a bakery. The affordability, palatability, and accessibility of simit have contributed to its popularity as a daily food item. The variety of simits produced in Turkey depends on the specific yeast type, molasses method, with or without sesame seeds, and the shaping technique employed.

Sourdough is a type of yeast widely used in traditional and modern bakeries. It contains wild yeasts and lactic acid bacteria (LAB), which are naturally present in sourdough. These microorganisms ferment carbohydrates during the dough fermentation, imparting a distinctive flavor and texture to bakery products such as bread, simit, and pizza. Additionally, lactic acid formed during the fermentation process extends the shelf life of the product. Sourdough creates a complex flavor profile by adding slightly sour and sweet notes to the products. Furthermore, the fermentation process weakens the gluten structure, making the dough soft and elastic.

The available evidence indicates that sourdough-fermented breads have a longer shelf life and a more complex flavor profile than bread produced with commercial yeast. Furthermore, sourdough-fermented breads have a lower glycemic index and elevate blood sugar levels at a gradual rate. Sourdough is also used in cakes, pizza dough, and other pastries to preserve moisture, extend shelf life, and prevent mold growth. The use of sourdough has also been demonstrated to increase carbohydrate digestibility and improve the bioavailability of essential amino acids. In the

production of simit, the incorporation of sourdough has been shown to facilitate the softening of the inner structure of the simit, enhance the crisping of the outer crust, and contribute to the overall flavor profile.

The chestnut (*Castanea sativa*) is a globally valued foodstuff that possesses a range of sensory, nutritional, and health-related properties. It can be successfully cultivated in a variety of climatic and growing conditions. The use of chestnut flour presents several advantages over wheat flour, particularly in terms of its digestibility and resistant starch (RS) content. The starch in wheat flour is broken down into glucose monomers during digestion, resulting in the production of high levels of sugar. RS is not digested in the small intestine but passes into the large intestine, where it functions as a substrate in intestinal fermentation processes. Recent research has demonstrated the positive effects of RS consumption on gut health, glycaemic balance, and lipid metabolism. The use of chestnut flour in bakery production, with its lower rapidly digestible starch (RDS) content and high functional components, is considered a significant strategy for reducing sugar intake and developing products with high nutritional value.

Chestnut flour is notable for its elevated nutritional value in comparison to other types of gluten-free flour. Chestnut flour is a rich source of bioactive components, including essential amino acids, dietary fiber, and unsaturated fatty acids. Additionally, it contains vitamins C and members of the B group, as well as minerals such as calcium, magnesium, and potassium. Furthermore, it enhances the nutritional value of food products by the polyphenols and antioxidants it contains. The dietary fiber present in chestnut is beneficial for intestinal health. In addition, it has been demonstrated to reduce LDL cholesterol and have positive effects on cardiovascular health, type 2 diabetes, and intestinal microbiota. Furthermore, chestnut flour can be used in a wide variety of foodstuffs, including cakes, gluten-free cookies, pasta, and bread.

The addition of chestnut flour has been demonstrated to enhance the functional properties of bread dough while also positively influencing the color and flavor of the final product. The beneficial impact of chestnut flour on the quality and shelf life of gluten-free cookies has been documented in prior research. However, there is a lack of literature examining the utilization of chestnut flour in conventional simit formulations. This study aimed to develop enhanced simit formulations by incorporating chestnut flour into a traditional simit recipe. To this end, physicochemical and sensory analyses of simit were conducted.

The ingredients utilized in the recipe were procured from local markets, and the sourdough was produced through the selection and modification of one of the methods described in the literature. In a glass jar, 100 grams of whole wheat flour, 150 milliliters of drinking water, and 3 grams of chickpeas were combined and covered with a cap. The mixture was then left to ferment at 30 °C for 48 hours, after which 100 g of whole wheat flour and 100 ml of water were added to the jar. The resulting dough was mixed and then kept at 30 °C for 24 hours. The same process was repeated, and on the fifth day, it was determined that the pH value of the dough had decreased to 3.8 – 4.0, indicating that the dough was ready for use.

The simit dough was prepared by substituting wheat flour with chestnut flour at varying ratios (5%, 10%, 15%, 20%) – the dough recipe comprised wheat flour, chestnut flour, sourdough, water, and salt. Once the dough had been kneaded, it was shaped into a cylinder and left to ferment. It was then shaped into a simit. The simits were dipped in a molasses solution and sesame seeds and initially steamed and baked at 210 °C. Color, texture, and sensory analyses were performed on the same day. For other analyses, the samples were stored in pieces at -18°C.

Moisture analysis was performed by drying the ground simit samples. The ash content was determined using a muffle furnace at 550 °C, in accordance with the guidelines set forth by the Nordic Committee on Food Analysis (NMKL) No. 173 (2005). The protein content was determined following the AOAC (2016a) methodology utilizing a Dumas protein analyzer. The total dietary fiber analysis was conducted in accordance with the enzymatic–gravimetric principle, as outlined in the AOAC (2016b) guidelines. The total fat content was determined by the NMKL No:160 (1998) method. The Minolta Chroma Meter CR–400 device was employed to conduct a color analysis, utilizing the CIE L*a*b* color scale. A texture profile analysis (TPA) method was employed to analyze the texture. The simits were sliced into 1.25 cm sections, with two slices placed on top of each other for measurement purposes. The textural properties of the simit samples were evaluated using a Stable Micro Systems TA.HDplus (UK) model analyzer. A total of 20 semi-trained panelists (18-47 aged; 11 female; 9 male), comprising students of gastronomy and culinary arts and academics, were responsible for the sensory evaluation of the simit samples. The evaluation was based on many criteria, including color, odor, flavor, appearance, crispness, texture, and general acceptability. The 9–point hedonic scale method was employed for this purpose. The statistical analyses were conducted using SPSS software using the Tukey test for post-hoc.

The results of the chemical analysis indicated that the moisture content of the samples containing 5%, 10%, 15%, and 20% chestnut flour was found to be lower than that of the control sample ($p < 0.05$). This was attributed to the reduced efficacy of the water retention capacity of the chestnut proteins. The incorporation of chestnut flour resulted in an elevated ash content in sourdough simit samples. Furthermore, as the proportion of chestnut flour in the samples increased, the protein content decreased, while the fat and dietary fiber content increased. The results of the color analysis demonstrated that the addition of chestnut flour resulted in a notable reduction in the L* (brightness) and b* (yellowness) values in the external and internal textures of the simit samples. The addition of chestnut flour increased the a* (redness) values of the internal texture. Furthermore, the products exhibited a darker color with an increase in chestnut flour content.

According to the results of texture analysis, the addition of chestnut flour had no significant effect on the hardness, chewiness, and elasticity values of the simit samples ($p < 0.05$). The incorporation of chestnut flour into sourdough simit samples resulted in a notable reduction in both stickiness and resilience values.

The sensory analysis yielded scores for all sensory properties between 6 and 8, indicating that the samples were generally acceptable. Although a decrease was observed in all parameters with the addition of chestnut flour, it was observed that the general acceptability values of the control sample and simit with 20% chestnut flour were between 8.39 and 6.28. A significant difference was found in flavor values with the addition of 10% and more chestnut flour. Similarly, a difference was noted in the odor values between the control and samples with chestnut flour.

In conclusion, the findings of this study demonstrate that the incorporation of chestnut flour in the production of traditional sourdough simit offers notable nutritional and functional advantages. The findings demonstrate that the incorporation of chestnut flour resulted in a reduction in moisture content and an increase in ash, total fat and dietary fiber. Consequently, the nutritional profile of traditional simit was enhanced. It was observed that simits containing chestnut flour exhibited a darker color and were rated highly by consumers in terms of sensory evaluation. It is crucial to develop innovative strategies to make traditional products more nutritious and functional. This study provides a framework for the inclusion of alternative ingredients such as chestnut flour in the food industry.

Ek 1. Etik Kurul İzni



T.C.
MALTEPE ÜNİVERSİTESİ
ETİK KURULU KARARI

TOPLANTI TARİHİ: 28.11.2024

TOPLANTI SAYISI: 2024/22

TOPLANTI SAATİ: 14:00

KARAR NO : 2024/22-08

Güzel Sanatlar Fakültesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü Öğr. Gör. Kübra TOPALOĞLU GÜNAN'ın üstlendiği, "Kestane Unu Katkısının Ekşi Mayalı Simitlerin Besleyici ve Fonksiyonel Özelliklerine Etkisi" başlıklı bilimsel araştırma önerisi, 28 Kasım 2024 tarihinde yapılan Etik Kurulu toplantısında incelenmiştir. Çalışmanın, T.C. Maltepe Üniversitesi Etik Kurulu Yönergesinin 6. maddesinde yazılı "Bilimsel disipline bağlılık, yaşama saygı, zarar vermeme, olası zarar ve riskler konusunda tüm ilgilileri bilgilendirme, insan ve topluma sorumluluk" gibi ilkelere göre yayına temel oluşturan araştırmanın tasarım, planlama ve yürütülme aşamalarında katkıda bulunanlara yer verilmesi, eksiksiz ve doğru kaynak gösterilmesi, gereken biçim ve doğrulukta atıflarda bulunulması kaydıyla yapılması etik ilkeler temelinde toplantıya katılan üyelerin oybirliği ile uygundur.

İlgili diğer kurum ve kuruluşlardan izin alınması araştırmacıların sorumluluğundadır.

	Dr. Öğr. Üyesi Gonca KURU Başkan Vekili e-imzalıdır	
Prof. Dr. Zeliha ÖZER Üye e-imzalıdır	Doç. Dr. Berfin VARİŞLİ Üye (Katılmadı)	Doç. Dr. Melike Türkan BAĞLI Üye e-imzalıdır
Doç. Dr. Şenay YAVUZ Üye e-imzalıdır	Doç. Dr. Zeynep KILIÇ Üye e-imzalıdır	Dr. Öğr. Üyesi Merve ERDEM Üye (Katılmadı)
Dr. Öğr. Üyesi Başak BAHTIYAR Üye (Katılmadı)	Dr. Öğr. Üyesi Emine EKİCİ Üye e-imzalıdır	Dr. Öğr. Üyesi Gülçin ÇAKICI ÖZTÜRK Üye (Katılmadı)

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Belge Doğrulama Kodu: F2173B23-79B2-4AD3-933B-3568B7089243 Belge Doğrulama Adresi <https://turkiye.gov.tr/maltepe-universitesi>

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Belge Doğrulama Kodu: F2173b23-79b2-4ad3-933b-3568b7089243 Belge Doğrulama Adresi <https://turkiye.gov.tr/maltepe-universitesi>



Dr. Öğr. Üyesi Vildan KATMER BAYRAKLI Üye e-imzalıdır	Dr. Öğr. Üyesi İsm Ulaş ERTUGRUL YILMAZER Üye e-imzalıdır	Dr. Öğr. Üyesi Müge Neda ALTINOKLU Üye (Katılmadı)
Dr. Öğr. Üyesi Hacer DÜZEN Üye e-imzalıdır	Dr. Öğr. Üyesi Özen İNAM Üye e-imzalıdır	Dr. Öğr. Üyesi Ash EYRENCİ Üye e-imzalıdır