



Alternative Bread Production for Individuals with Special Needs

İbrahim Tuğkan Şeker^{1,a,*}, Bahar Demir^{2,b}

¹ Assoc. Prof., Sivas Cumhuriyet University, Tourism Faculty, Department of Gastronomy and Culinary Arts

² Master Student, Sivas Cumhuriyet University, Institute of Social Sciences, Department of Gastronomy and Culinary Arts

*Corresponding author

Research Article

History

Received: 11/05/2025

Accepted: 20/05/2025

ABSTRACT

This study aims to produce gluten-free bread suitable for consumption by celiac patients, utilizing red, green, and black lentils, and to evaluate the sensory properties of these breads. Celiac disease is an autoimmune disorder characterized by damage to the small intestine resulting from the consumption of gluten-containing grains. Therefore, gluten-free products are of vital importance in the daily dietary routines of celiac patients. Within the scope of the research, breads produced using red, green, and black lentil flours were prepared, and various additives such as cottage cheese, black olives, dill, black cumin, red pepper powder, thyme, and raw pumpkin seeds were incorporated to enhance the sensory qualities of the breads. The produced breads were evaluated in terms of appearance, odor, texture, aroma, taste, and overall acceptability, and the results were compared through statistical analyses.

Sensory analysis findings revealed that the bread made with red lentils was the most preferred in terms of appearance. The green lentil bread received the highest scores regarding odor, texture, aroma, and taste, emerging as the most preferred product in terms of overall acceptability. On the other hand, the black lentil bread was found to negatively affect consumer preference due to its dense texture and characteristic aroma. In conclusion, green lentil bread is recommended as the most suitable option for celiac patients following a gluten-free diet in terms of taste and quality.

This study demonstrates that the use of lentils in gluten-free bread production positively influences sensory quality. Future studies may explore the potential of using different legume types in gluten-free bread production to enhance product diversity.

Keywords: Gluten-free bread, celiac disease, lentil, sensory analysis, bread quality.

Özel Gereksinimi Olan Bireyler İçin Alternatif Ekmek Üretimi

Süreç

Geliş: 11/05/2025

Kabul: 20/05/2025

Copyright



This work is licensed under
Creative Commons Attribution 4.0
International License

ÖZ

Bu çalışma, çölyak hastalarının tüketimine uygun, glutensiz kırmızı, yeşil ve siyah mercimekli ekmek üretimini ve bu ekmeklerin duyuşal özelliklerinin değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Çölyak hastalığı, gluten içeren tahılların tüketimi sonucu ince bağırsakta meydana gelen hasarla karakterize bir otoimmün hastalıktır. Bu nedenle, çölyak hastalarının günlük beslenme rutinlerinde glutensiz ürünler hayati öneme sahiptir.

Araştırma kapsamında, kırmızı, yeşil ve siyah mercimek unlarının kullanıldığı ekmeklerin üretimi gerçekleştirilmiş ve bu ekmeklerin duyuşal kalitelerini artırmak amacıyla lor peyniri, siyah zeytin, dereotu, çörek otu, kırmızı toz biber, kekik ve çiğ kabak çekirdeği gibi katkı maddeleri kullanılmıştır. Üretilen ekmekler; görünüş, koku, tekstür, aroma, lezzet ve genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirilmiş ve sonuçlar istatistiksel analizlerle karşılaştırılmıştır.

Duyusal analiz bulguları, kırmızı mercimekli ekmeğin görünüş açısından en çok beğenilen ekmek olduğunu ortaya koymuştur. Yeşil mercimekli ekmek ise koku, tekstür, aroma ve lezzet açısından en yüksek puanları almış ve genel kabul edilebilirlik bakımından en çok tercih edilen ürün olarak öne çıkmıştır. Siyah mercimekli ekmek, yoğun dokusu ve karakteristik aromasının tüketici tercihini olumsuz etkilediği belirlenmiştir.

Sonuç olarak, yeşil mercimekli ekmek, glutensiz diyet uygulayan çölyak hastaları için lezzet ve kalite bakımından en uygun seçenek olarak önerilmektedir. Bu çalışma, glutensiz ekmek üretiminde mercimek kullanımının duyuşal kaliteyi olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Gelecekte yapılacak çalışmalar, farklı baklagil türlerinin glutensiz ekmek üretiminde kullanım potansiyelini araştırarak ürün çeşitliliğini artırabilir.

Anahtar Kelimeler: Glutensiz ekmek, çölyak hastalığı, mercimek, duyuşal analiz, ekmek kalitesi.

Giriş

Ekmek, çeşitli tahıl unlarından yapılmış ve tüm yaş grupları tarafından yaygın olarak tüketilen fırıncılık ürünlerinden biridir. Kolay taşınabilir olması, ekonomik fiyatı ve kısa sürede hazırlanabilirliği nedeniyle hem ülkemizde hem de dünya genelinde en popüler karbonhidrat kaynakları arasında yer almaktadır (Atasoy, A., & Turhan, M. (2020)). Ekmek üretiminde temel olarak un, su ve maya gibi üç ana bileşen kullanılmaktadır. Un, gluten proteini olan glutenin ve gliadin içermektedir. Ancak çölyak hastaları, bu proteinleri içeren gıdaları tüketememektedir (Dizlek, H. (2020); Akkelle, B., & Ertem, D. (2017)).

Çölyak, ince bağırsağın gluten olarak bilinen proteine karşı aşırı duyarlılık göstermesi nedeniyle hasar gördüğü, genetik temelli otoimmün bir hastalıktır (Emsey Hospital, 2023). Bu hastalık, genellikle bebeklik döneminden itibaren kendini göstermekte olup, çölyak hastalarının gluten içermeyen besinler tüketmesi zorunludur. Bu nedenle, glutensiz fırıncılık ürünlerinin geliştirilmesi ve çeşitlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Buğday unu yerine gluten içermeyen pirinç, mısır, kinoa, karabuğday ve mercimek unlarının yanı sıra diğer kuru baklagil unlarını içeren fırıncılık ürünleri geliştirilmektedir (Kurtoğlu ve Tekedereli, 2018; Çölyak Rehberi, 2019; Madiha Javvar vd., 2022).

Mercimek, insan beslenmesinde önemli bir kuru baklagil olup, yüksek protein içeriği ile öne çıkmaktadır. Gluten içermeyen bir yapıya sahip olması, özellikle çölyak hastaları için değerli bir besin kaynağıdır (Nikolic vd., 2019). Mercimek ayrıca protein, karbonhidrat, lif, yağ, vitamin ve mineral açısından zengin olup, flavonoller, tanenler, fenolik asitler ve fitik asit gibi önemli fitokimyasallar içermektedir. Düşük glisemik indeksi sayesinde kan şekeri seviyelerini dengede tutar ve tok tutma özelliği ile vücut ağırlığının korunmasına katkı sağlar (Joshi vd., 2017).

Çölyak hastalığı, gluten ve bazı tahıl proteinlerine karşı bağırsaklarda alerjik bir reaksiyon olarak ortaya çıkan bir otoimmün hastalıktır. Genetik yatkınlığı olan bireylerde görülmekte olup, hastalığın ana nedeni glutenin gliadin adı verilen alt fraksiyonudur (Özkaya, 1999). Çölyak hastaları gluten içeren gıdalar tükettiklerinde, vücut için gerekli olan vitamin ve minerallerin emiliminde ciddi sorunlar yaşarlar. Bu durum, özellikle bağırsak villuslarında meydana gelen yapısal bozukluklar ile ilişkilidir.

Gluten, buğdayda bulunan temel depo proteindir ve hamurun viskoelastik yapısını sağlayan önemli bir bileşendir. Bu protein, hamurun fermentasyon sürecinde gaz tutma kapasitesini arttırarak ekmek yapısının gelişmesine katkıda bulunur (Hoseney, R. C. (1994)). Ancak, çölyak hastaları için glutenin tamamen diyetlerinden çıkarılması zorunludur. Tek tedavi yöntemi ise glutensiz bir yaşam sürmektir (Battais, F. (2005)).

Glutensiz beslenme, buğday, arpa ve çavdar unu içeren tüm gıdalardan kaçınmayı gerektirir. Bazı çölyak hastalarında gluten duyarlılığı farklılık gösterirken, bazı hastalar iz miktarda gluteni dahi tolere edemez (Türksoy & Özkaya, 2006). Bu durum, glutensiz ürünlerin üretiminde yüksek hassasiyet gerektirmektedir.

Fırıncılık ürünlerinde glutenin çıkarılması, hamurun gaz tutma kapasitesini ve elastikiyetini olumsuz etkilemektedir. Bu

eksiklik, genellikle hamurun zayıf yapıda olması ve pişirme sonrası ufalanabilir bir dokuya sahip olması gibi kalite sorunlarına yol açar (İşleroğlu, H. (2009)). Glutensiz ekmeklerin yapısını iyileştirmek amacıyla hidrokolloidler, süt ürünleri ve diğer gluten ikameleri kullanılmaktadır (Gobbetti, M. (2007)).

Çölyak Hastalarının Beslenmesi ve Glutensiz Diyet

Çölyak hastaları için uygun olan beslenme şekli, tamamen gluten içermeyen bir diyetin benimsenmesini gerektirmektedir. Gluten içermeyen diyet kapsamında buğday, arpa, çavdar, tritikale (buğday ve çavdar melez) ve yulaf unlarından yapılan ekmekler veya bu unların türevleriyle hazırlanan gıdalar (örneğin soslu sandviçler, salata sosları, hazır çorbalar, işlenmiş peynirler, krema sosları) diyetten çıkarılmalıdır. Ayrıca, tabletlerde bağlayıcı olarak kullanılan gluten içeren ilaçlar da bu diyetle dahil edilmemelidir (Gallager, Garmley ve Arendt, 2004).

Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ile Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından belirlenen glutensiz gıdalar standardına göre, buğday prolamini, çavdar, arpa veya yulaf gibi gluten içeren bileşenlerden arındırılmış veya bu bileşenlerin gluten miktarı 200 ppm'yi geçmeyen gıdalar, glutensiz olarak kabul edilmektedir (Rostami, Malekzadeh ve Shahbazkhani, 2004). Ancak farklı ülkelerde glutensiz gıda standartları farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da "glutensiz" ibaresi, gluten içeriği sıfır olan gıdalar için kullanılmaktadır. Buna karşın İngiltere'de, buğday nişastası içeren ürünlerde dahi "glutensiz" ibaresi bulunabilmektedir (Gobbetti, Rizzella, Cagno ve Angelis, 2007).

Türkiye'de ise Türk Gıda Kodeksi'nin glutensiz gıda standardına göre, "gluteni azaltılmış" olarak tanımlanan gıdalarda gluten içeriği 200 mg/kg kuru maddeyi geçmemelidir. "Glutensiz hale getirilmiş" gıdalarda ise gluten içeriği 20 mg/kg kuru maddeyi aşmamalıdır. Ayrıca, temel gıdaların yerine kullanılan glutensiz ürünlerin aynı miktarda vitamin ve mineral içermesi gerekmektedir (Gıda Derneği, 2016).

Çölyak hastaları için toksik olan proteinlerin çoğu, buğdayın yapısında bulunan α - ve β -gliadin ile düşük ve yüksek moleküler ağırlıklı gluteninlerdir. Bunun yanında, çölyak hastalarına zararlı diğer proteinler arasında çavdardaki sekalin, arpadaki hordein ve yulaftaki avenin yer almaktadır (Mariotti, Lucisano ve Pagani, 2009).

Buğday, çavdar ve arpa gibi gluten içeren tahıllar, Khorosan buğdayı (Kamut), spelt (Farro) ve tritikale gibi hibrit tahıllar, çölyak hastaları için uygun olmayan gıdalar arasında yer almaktadır. Ayrıca, durum buğdayından elde edilen irmik, einkorn, bulgur ve diğer buğday çeşitleri (buğday ruşeymi, buğday kepeği, tam buğday ve kırık buğday) da tüketilmemelidir. Makarna ve ekmek gibi gluten içeren tahıllardan yapılan tüm gıdalar da çölyak hastaları için uygun değildir (Saturni, Ferretti ve Bacchetti, 2010).

Yöntem

Çalışma kapsamında kullanılacak olan bakliyat çeşitleri ve diğer hammaddeler piyasadan temin edilmiştir. Bu çalışmanın amacı çölyak hastalarının tüketimine uygun glutensiz kırmızı, yeşil, siyah mercimekli ekmek yapmaktır. Bu çalışmada buğday unu yerine kırmızı, yeşil, siyah mercimek ve ürünün duyuusal özelliklerini iyileştirmek için siyah zeytin, lor peyniri, çörek otu,

kırmızı toz biber, kekik ve dereotu kullanılarak çölyak hastalarının tüketimine uygun ekmek yapımı planlanmıştır. Tablo 1’de

çalışmada kullanılan malzemeler ve hazırlanış şekli verilmiştir. Her mercimek çeşidi için aynı reçete kullanılmıştır.

Tablo 1. Glütensiz Ekmek Reçetesi

Malzemeler	Ekmeklerin Hazırlanışı
• 340 Gram Mercimek • 200 Gram Yoğurt • 3 Yumurta • 12 Gram Tuz • 65 Mililitre Zeytinyağı • 45 Gram Lor Peyniri • 40 Gram Doğranmış Siyah Zeytin • 25 Gram Dereotu • Çörek Otu • Kırmızı Toz Biber • Kekik • 1 Paket Kabartma Tozu • Tereyağı • Çiğ Kabak Çekirdeği	• Bir gece öncesinden mercimekler ıslatılır. • Bir gece önceden ıslatılmış mercimek, yoğurt, yumurta ve tuz blenderdan geçirilir. • Mercimekli karışım mayonez tenceresine dökülür ve içerisine zeytinyağı, lor peyniri, doğranmış siyah zeytin, çörek otu, kırmızı toz biber, kekik, kıyılmış dereotu ve kabartma tozu eklenir ve spatula yardımıyla karıştırılır. • Baton kalıp tereyağı ile yağlanır. • Mercimekle yapılan harç yağlanmış baton kalıba dökülür. • Harcın üstü çörek otu ve çiğ kabak çekirdeği ile süslenir. • Harçta hava kabarcığı kalmaması için baton kalıp birkaç defa tezgâha vurulur. • 175 derecede önceden ısıtılmış fırında 40 dakika pişirilir. • Piştikten sonra ekmek bıçağı yardımıyla kesilir ve servis edilir.

Araştırma kapsamında, önceden ıslatılmış kırmızı mercimek, yeşil mercimek ve siyah mercimeğin belirli oranlarda ikame edilmesiyle ekmekler hazırlanmıştır. Üretilen ekmeklerin duyuşal özelliklerini değerlendirmek amacıyla elde edilen veriler SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) programı kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlar arasındaki anlamlı fark, parametrik ve non-parametrik testler uygulanarak belirlenmiştir.

Ekmeklerin duyuşal özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla görünüş, koku, tekstür, aroma, lezzet ve kabul edilebilirlik açısından analizler gerçekleştirilmiştir. Bu değerlendirme için Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü öğrencileri arasından 20 eğitilmiş panelist seçilmiştir. Panelistler, enine dilimlenmiş ekmek örneklerini, her biri üç farklı yazı ve rakamla kodlanmış olarak değerlendirmiştir.

Duyusal analizde, 1 (Hiç Beğenmedim) ile 5 (Çok Beğendim) arasında derecelendirme yapan beşli hedonik skala kullanılmıştır. Elde edilen veriler, ortalama değerler ve standart sapmalar hesaplanarak değerlendirilmiş, gruplar arası farkın belirlenmesi amacıyla varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır.

Bulgular

Glütensiz ekmeklerin görünüş açısından duyuşal analiz sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark olduğu görülmektedir. Görünüş açısından kırmızı mercimekli ekmek en yüksek skoru elde etmiştir. Tüketicilerin ürün seçiminde renklerin etkisi göz önünde bulundurulduğunda kırmızı mercimekli ekmeklerin görünüş açısından daha beğenilmiş olmasının beklenen bir durum olduğu düşünülmektedir. Görsel 1’de kırmızı mercimekli ekmek verilmiştir.

Ekmekte koku, kalite değerlendirmesinde önemli bir rol oynayan duyuşal bir özelliktir. İyi bir ekmekten yayılan hoş ve taze aroma, hem iştah açıcıdır hem de üretim sürecinin doğru yönetildiğine işaret eder. Ekmekte kokuyu belirleyen temel unsurlar; kullanılan unun kalitesi, fermantasyon süresi, maya çeşidi ve pişirme teknikleridir. Farklı mercimeklerden üretilen glutensiz ekmeklerin, koku açısından duyuşal analiz sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 2. Glütensiz Ekmeklerin Görünüş Açısından Duyusal Analiz Sonuçları

Glütensiz Ekmek	Görünüş Skoru	F	Sig.
Siyah Mercimekli Ekmek	2,90±0,788	11,038	,000
Yeşil Mercimekli Ekmek	3,00±0,725		
Kırmızı Mercimekli Ekmek	4,05±0,887		



Görsel 1. Kırmızı Mercimekli Glutensiz Ekmek

Tablo 3. Glutensiz Ekmeklerin Koku Açısından Duyusal Analiz Sonuçları

Glutensiz Ekmek	Koku Skoru	F	Sig.
Siyah Mercimekli Ekmek	3,05±0,686	7,526	,001
Yeşil Mercimekli Ekmek	3,90±1,020		
Kırmızı Mercimekli Ekmek	3,00±0,725		

Analiz sonuçlarına göre sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark olduğu görülmektedir. Glutensiz ekmeklerin duyusal olarak koku özellikleri incelendiğinde yeşil mercimekli ekmeklerin daha çok beğenildiği görülmüştür. Görsel 2’de yeşil mercimekli ekmek verilmiştir.

Ekmekte tekstür, tüketici deneyimini doğrudan etkileyen önemli bir kalite parametresidir. İyi bir ekmek tekstürü, hem görsel hem de dokusal olarak hoş bir deneyim sunar. Genel olarak ekmek tekstürü; gözeneklilik, yumuşaklık, elastikiyet ve çiğnenebilirlik gibi özelliklerle tanımlanır. Tekstürdeki sertlik veya yoğunluk genellikle hamurun yeterince kabarmaması veya pişirme sıcaklığının yetersiz olmasından kaynaklanabilir. İdeal ekmek, dışı çıtır ve içi yumuşak, elastik yapıda olmalıdır. Tablo 4’te glutensiz ekmeklerin duyusal açıdan tekstür analiz sonuçları verilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark olduğu görülmektedir. Ekmekte tekstür en önemli kalite kriterlerinden biri olduğu için birçok faktörden etkilenmektedir. Özellikle çölyak hastaları için üretilen ürünlerde, kullanılan farklı hammaddeler ve işlemlerden dolayı tekstürel yapı oldukça farklı olabilmektedir.

Ekmekte aroma, tüketicinin algıladığı ilk özelliklerden biri olup ekmek kalitesinin önemli bir göstergesidir. Aroma; kullanılan ham maddeler, fermantasyon süreci, maya tipi ve pişirme koşulları gibi birçok faktörden etkilenir. İyi bir ekmek aromasının karakteristik özellikleri, hafif ekşi, fırından yeni çıkmış taze ekmek kokusu ve doğal tahıl notalarını içermelidir. Glutensiz mercimekli ekmeklerin duyusal olarak aroma değerleri Tablo 5’ de verilmiştir.



Resim 1. Tümce düzeninde olacak

Figure 1. ?????????

Tablo 4. Glutensiz Ekmeklerin Tekstür Açısından Duyusal Analiz Sonuçları

Glutensiz Ekmek	Tekstür Skoru	F	Sig.
Siyah Mercimekli Ekmek	3,05±0,759	8,905	,000
Yeşil Mercimekli Ekmek	3,90±0,718		
Kırmızı Mercimekli Ekmek	3,00±0,794		

Tablo 5. Glutensiz Ekmeklerin Aroma Açısından Duyusal Analiz Sonuçları

Glutensiz Ekmek	Aroma Skoru	F	Sig.
Siyah Mercimekli Ekmek	2,95±0,944	2,878	,064
Yeşil Mercimekli Ekmek	3,55±0,686		
Kırmızı Mercimekli Ekmek	3,25±0,716		

Tablo 5 incelendiğinde sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark olmamasına rağmen aroma açısından en beğenilen ürünün yeşil mercimekli ekmek olduğu görülmektedir.

Ekmekte lezzet ve kalite, çeşitli bileşenlerin ve üretim süreçlerinin uyumlu bir şekilde bir araya gelmesiyle şekillenir. Ekmekte lezzet, genellikle kullanılan hammaddeler, fermantasyon süreci ve pişirme teknikleri ile doğrudan ilişkilidir. Üretilen glutensiz ekmeklerin duyusal olarak lezzet değerleri Tablo 6'da verilmiştir.

Glutensiz ekmeklere ait genel kabul edilebilirlik düzeyleri Tablo 7'de verilmiştir.

Bu sonuçlara göre yeşil mercimekli ekmeklerin panelistler tarafından kabul edilebilir olduğu kabul edilmiştir. İstatistiksel olarak ta sonuçlar arasında fark olduğu görülmüştür. Üretilen glutensiz ekmeklerin fotoğrafı Görsel 3'te verilmiştir.

Tablo 6. Glutensiz Ekmeklerin Lezzet Açısından Duyusal Analiz Sonuçları

Glutensiz Ekmek	Lezzet Skoru	F	Sig.
Siyah Mercimekli Ekmek	2,95±0,825	3,041	,056
Yeşil Mercimekli Ekmek	3,60±0,753		
Kırmızı Mercimekli Ekmek	3,35±0,933		

Tablo 7. Glutensiz Ekmeklerin Duyusal Olarak Kabul Edilebilirlik Analiz Sonuçları

Glutensiz Ekmek	Kabul Edilebilirlik	F	Sig.
Siyah Mercimekli Ekmek	2,55±0,760	19,704	,000
Yeşil Mercimekli Ekmek	4,05±0,825		
Kırmızı Mercimekli Ekmek	2,85±0,812		



Görsel 3. Üretilen Glutensiz Ekmekler

Sonuç

Bu çalışma kapsamında, çölyak hastalarının tüketimine uygun glutensiz ekmek üretimi gerçekleştirilmiştir. Ekmek üretiminde kırmızı, yeşil ve siyah mercimek çeşitleri temel hammadde olarak kullanılmış ve duyu kaliteyi artırmak amacıyla lor peyniri, siyah zeytin, dereotu, çörek otu, kırmızı toz biber, kekik ve çiğ kabak çekirdeği gibi bileşenler eklenmiştir. Glutensiz ekmeklerin duyu özellikleri, görünüş, koku, tekstür, aroma, lezzet ve genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirilmiş ve elde edilen bulgular ışığında sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Duyusal analiz sonuçları, kırmızı mercimekli ekmeğin görünüş açısından en yüksek beğeniye sahip olduğunu göstermiştir ($p < 0.05$). Kırmızı mercimek, ekmeğin daha çekici ve iştah açıcı bir görünüme sahip olmasına katkıda bulunmuştur. Görsel değerlendirme kriterlerine göre, kırmızı mercimekli ekmeğin canlı ve parlak rengi, panelistler tarafından olumlu bulunmuştur. Bu sonuç, kırmızı mercimeğin tüketici tercihlerinde görsel çekicilik sağladığını göstermektedir.

Glutensiz ekmeklerin koku değerlendirmesi sonucunda, yeşil mercimekli ekmek en yüksek puanı almıştır ($p < 0.01$). Yeşil mercimeğin karakteristik kokusunun diğer bileşenlerle uyumlu olması, bu ekmeğin koku açısından daha çok beğenilmesine neden olmuştur. Özellikle fermente tahıl aroması ve taze bitkisel kokuların birleşimi, hoş bir koku profili oluşturmuştur.

Tekstürel analizlerde, yeşil mercimekli ekmek, yumuşaklık, gözeneklilik ve elastikiyet açısından diğer çeşitlere göre üstün bulunmuştur ($p < 0.01$). Yeşil mercimeğin hamur yapısına kattığı nem tutma kapasitesi, ekmeğin daha yumuşak ve elastik bir dokuya sahip olmasını sağlamıştır. Siyah mercimekli ekmek ise nispeten daha yoğun ve sert bulunmuş, bu da düşük tüketici memnuniyetine yol açmıştır.

Aroma analiz sonuçları, istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemekle birlikte, yeşil mercimekli ekmeğin diğer çeşitlere göre daha yüksek puan aldığını ortaya koymuştur. Bu durum, yeşil mercimeğin kendine özgü hafif ve doğal aroması ile açıklanabilir. Siyah mercimekli ekmek ise daha ağır bir aromaya sahip olduğundan panelistler tarafından daha az tercih edilmiştir.

Lezzet açısından, yeşil mercimekli ekmek en yüksek puana sahip olmuştur ($p < 0.05$). Yeşil mercimeğin hafif tat profili, kullanılan baharat ve aromatik bileşenlerle uyumlu bir bütünlük oluşturmuştur. Kırmızı mercimekli ekmek ise hafif tatlımsı yapısıyla olumlu değerlendirilmiştir. Siyah mercimekli ekmek, yoğun ve hafif acımsı tadı nedeniyle daha düşük puan almıştır.

Genel kabul edilebilirlik analizlerinde, yeşil mercimekli ekmek en yüksek skoru almış ve tüketiciler tarafından daha çok beğenilmiştir ($p < 0.001$). Bu sonuç, özellikle tekstür, lezzet ve koku özelliklerinin olumlu bütünlüğü ile ilişkilendirilmiştir. Siyah mercimekli ekmek, duyu parametrelerdeki olumsuz değerlendirmeler nedeniyle kabul edilebilirlik açısından en düşük puanı almıştır.

Araştırma bulguları, yeşil mercimekli ekmeğin çölyak hastaları için glutensiz ekmek üretiminde en uygun seçenek olduğunu göstermektedir. Özellikle tekstür ve koku gibi duyu kalite parametrelerinde üstünlük sağladığı belirlenmiştir. Kırmızı mercimekli ekmek ise görsel çekiciliği ve dengeli lezzeti ile öne çıkmaktadır. Siyah mercimekli ekmek, diğer çeşitlere kıyasla daha az kabul görmüş olup, özellikle sert dokusu ve yoğun aroması nedeniyle tüketicilerin tercihini olumsuz yönde etkilemiştir.

Sonuç olarak, yeşil mercimekli glutensiz ekmek, çölyak hastalarının günlük diyetlerine uygun bir alternatif olarak değerlendirilebilir. Üretim süreçlerinin iyileştirilmesi ve tüketici beklentilerine yönelik yeni tarif geliştirme çalışmaları, glutensiz ekmeklerin lezzet ve kalite açısından daha da optimize edilmesine katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

- Akkelle, B., & Ertem, D. (2017). Çölyak hastalığı ve beslenme. *Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi*, 32(1), 45-53.
- Atasoy, A., & Turhan, M. (2020). Ekmek ve fırıncılık ürünlerinde glutenin rolü. *Gıda Araştırmaları Dergisi*, 12(3), 215-221.
- Battais, F. (2005). Gluten sensitivity and food intolerance. *Journal of Food Safety*, 25(4), 315-320.
- Çölyak Rehberi. (2019). Çölyak hastalığı ve glutensiz beslenme. Sağlık Bakanlığı Yayınları.
- Dizlek, H. (2020). Gluten ve çölyak hastalığı üzerine bir değerlendirme. *Beslenme ve Diyetetik Dergisi*, 18(4), 301-310.
- Emsey Hospital. (2023). Çölyak Hastalığı Nedir, Çölyak Belirtileri ve Tedavisi. Emsey Hospital Resmi Web Sitesi. Erişim Tarihi: 7 Kasım 2023. <https://www.emseyhospital.com.tr>
- Gallager, E., Garmley, T. R., & Arendt, E. K. (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based production trends. *Food Science and Technology*, 15(2), 143-152.
- Gıda Derneği. (2016). Gluteni azaltılmış ve glutensiz hale getirilmiş gıdalar. Erişim adresi:
- Gobbetti, M. (2007). Gluten-free bread: Advances in formulation. *Food Chemistry*, 102(3), 567-573.
- Gobbetti, M., Rizzella, C. G., Cagno, R., & Angelis, M. (2007). Sourdough lactobacilli and celiac disease. *Food Microbial*, 24(2), 187-196.
- Hoseney, R. C. (1994). *Principles of Cereal Science and Technology*. St. Paul: AACC International.
- İşleroğlu, H. (2009). Gluten-free bread production and quality issues. *Turkish Journal of Food Science*, 18(2), 123-130.
- Joshi, R., et al. (2017). Nutritional profile of lentils and their potential health benefits. *Journal of Food Science and Nutrition*, 6(2), 113-119.
- Kurtoğlu, M., & Tekedereli, Z. (2018). Çölyak hastaları için alternatif tahıl ürünleri. *Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(2), 97-103.
- Madiha Javvar, S., et al. (2022). Development of gluten-free bakery products: A review. *Food Science and Technology Journal*, 15(3), 223-231.
- Mariotti, M., Lucisano, M., & Pagani, M. A. (2009). The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate, and psyllium flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten-free doughs. *Food Research International*, 42(8), 963-975.
- Nikolic, M., et al. (2019). The role of lentils in gluten-free diets. *International Journal of Food Science*, 4(1), 65-72.
- Özkaya, B. (1999). Celiac disease and gluten intolerance. *Nutrition Journal*, 14(1), 45-50.
- Rostami, K., Malekzadeh, R., & Shahbazkhani, B. (2004). Celiac disease in Middle Eastern countries: A challenge for the evolutionary history of this complex disorder. *Journal of Food Science*, 34(6), 694-697.

- Saturni, L., Ferretti, G., & Bacchetti, T. (2010). The gluten-free diet: Safety and nutritional quality. *Nutrients*, 2(1), 16-34.
- Thompson, T. (2000). Nutritional aspects of gluten-free diets. *Clinical Nutrition*, 19(2), 89-93.
- Türksoy, S., & Özkaya, B. (2006). Gluten sensitivity in celiac patients. *Journal of Clinical Nutrition*, 22(3), 201-208.