

Çiya ve Keten Tohumunun Yumurta İkamesi Olarak Kek Üretiminde Kullanımı

The Use of Chia and Flaxseed as Egg Substitute in Cake Production

Neval BURKAY¹ A,C,E,F,G^{ORCID}, Derya ALKAN¹ B,D,E,F,G^{ORCID}

¹Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fethiye Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Muğla, Türkiye

ÖZ

Bu çalışmanın amacı bir kek formülasyonunda yumurta ikamesi olarak çiya ve keten tohumu jeli kullanılarak yumurta tüketmeyen bireylerin tüketimine uygun kek geliştirilmesi, çiya ve keten tohumu jelinin yumurta ikamesi olarak kullanımının kek kalitesi üzerine olan etkilerinin incelenmesidir. Kek örneklerinin üretiminde buğday unu, yumurta, süt, yağ, şeker, su, kabartma tozu ve farklı oranlarda çiya tohumu ve keten tohumu jeli kullanılmıştır. Çiya tohumu (%50, %100) ve keten tohumu (%50, %100) jeli formülasyona ayrı ayrı olacak şekilde yumurta ile yer değiştirilerek ilave edilmiştir. Keklerin fiziksel analizleri pişirme sonrası 2. saat ve 24. saatte yapılmıştır. Çalışma kapsamında hazırlanan örneklerin spesifik hacmi hesaplanmış ve kuru madde içeriği, toplam kül içeriği, duyu analizi yapılmıştır. Duyusal analiz kapsamında on panelist, ürünleri renk, görünüş, tekstür, tat, aroma ve genel kabul edilebilirlik bakımından dokuz puanlık bir hedonik ölçek kullanarak derecelendirmiştir. Panelistlerin %100 çiya tohumu ve %100 keten tohumu jeli içeren keklerin tekstür özelliğine en düşük puanları verdikleri görülmüştür. Kek örneklerinin pişirme sonrası 2. saat ve 24. saatte yapılan spesifik hacim ölçümlerinde örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Kuru madde analizlerinde ise pişirme sonrası 2. saat ve 24. saatte örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Kül analizinde pişirme sonrası 24. saatte örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Duyusal değerlendirmede, kontrol grubu ve %50 çiya tohumu ve %50 keten tohumu jeli içeren keklerin, %100 çiya tohumu ve %100 keten tohumu jeli içeren keklere kıyasla daha kabul edilebilir oldukları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çiya tohumu, Keten tohumu, Vegan beslenme, Yumurta ikamesi.

ABSTRACT

The aim of this study was to develop a cake suitable for the consumption of individuals who do not consume eggs by using chia and flaxseed gel as egg substitutes in a cake formulation, and to examine the effects of using chia and flaxseed gel as egg substitute on cake quality. Wheat flour, egg, milk, oil, sugar, water, baking powder and different proportions of chia seed and flaxseed gel were used in the production of cake samples. Chia (50%, 100%) and flaxseed (50%, 100%) gels were added to the formulation separately, replacing eggs. Physical analyzes of the cakes were made at 2 and 24 hours after baking. The specific volume of the samples prepared in the study was calculated and dry matter content, total ash content and sensory analyzes were made. In the sensory analysis, ten panelists rated the products on color, appearance, texture, taste, aroma and overall acceptability using a 9-point hedonic scale. It was observed that the panelists gave the lowest scores to the texture parameter of the cakes containing 100% chia seed and 100% flaxseed gel. There was no statistically significant difference between the cake samples in the specific volume measurements of the cake samples made at the 2nd and 24th hours after baking ($p>0.05$). In dry matter analysis, statistically significant difference was found between the samples at the 2nd and 24th hours after baking ($p<0.05$). In the ash analysis, a statistically significant difference was found between the samples at the 24th hour after baking ($p<0.05$). In sensory evaluation, it was determined that the control group and cakes containing 50% chia seed gel and 50% flaxseed gel were more acceptable than cakes containing 100% chia seed gel and 100% flaxseed gel.

Key words: Chiasseed, Flaxseed, Vegan nutrition, Egg substitute.

Sorumlu Yazar: Derya ALKAN

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fethiye Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Çalıcı Mevkii, 48300, Fethiye, Muğla, Türkiye.
deryaalkan@mu.edu.tr

Geliş Tarihi: 15.02.2024 – Kabul Tarihi: 23.09.2024

*Bu çalışma, 18-19 Mayıs 2023 tarihinde İstanbul'da gerçekleştirilen "3 rd International Conference on Raw Materials to Processed Foods" kongresinde poster bildirisi olarak sunulmuştur.

Yazar Katkıları: A) Fikir/Kavram, B) Tasarım, C) Veri Toplama ve/veya İşleme, D) Analiz ve/veya Yorum, E) Literatür Taraması, F) Makale Yazımı, G) Eleştirel İnceleme

1. GİRİŞ

Tavuk yumurtası tüm dünyada insan beslenmesinin ayrılmaz bir parçasıdır. Bileşimi tavuğun beslenmesi, yaşı, ırkı ve çevresel unsurlar gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilmektedir. Yumurtanın makro besin içeriği diyetle birçok temel besin maddesi sağlayan karbonhidrat, protein, su, kül ve çoğu tekli doymamış olan lipitlerden oluşmaktadır. Yumurta proteini biyolojik değer bakımından diğer gıda maddeleriyle karşılaştırıldığı zaman %95’lik sindirilebilirlik değeri ile ilk sırayı almaktadır. Yüksek biyolojik değere sahip olan yumurta proteini %100 oranında vücut proteinlerine dönüşebildiği için anne sütüyle birlikte “örnek protein” kaynağı olarak gösterilmektedir. Yumurtanın üç ana bileşeni yumurta akı, yumurta sarısı ve yumurta kabuğu ve zarıdır. Yumurta akı ve sarısının bileşimleri farklıdır (1-4). Hemen hemen tüm besin maddeleri yumurta sarısında bulunsa da yumurtadaki yüksek kaliteli proteinin %60’ı yumurta akında bulunmaktadır. Yumurta akının ana unsurlarını su ve ovalbümin, ovotransferrin, ovomukoid, ovomusin, lizozim, globulin ve avidin gibi farklı protein türleri oluşturmaktadır (5).

Yumurta akı proteinleri sahip oldukları benzersiz yapı ve işlevsel özellikleri nedeniyle gıda endüstrisinde ve ilgili endüstriyel süreçlerde önemli bir rol oynamaktadırlar (5). Yumurta akı proteinleri köpük oluşumu ve stabilizasyonundan sorumludur. Globulin fraksiyonu bir köpük oluşturma ajanı, ovomusin bir köpük stabilizatörüdür. Ovotransferrin-ovalbümin veya lizozim-ovomusin etkileşimleri de köpük stabilitesini iyileştirebilmektedir. Yumurta akı fom oluşturma özelliği sayesinde çeşitli kekler, sufle, beze, makaron, mereng gibi pastane ürünlerinin imalatında kullanılmaktadır. Yumurta proteinlerinin köpük oluşturma, emülsifiye etme ve ısı pıhtılaşma özellikleri, kek hacmi ve tekstür özellikleri üzerinde önemli bir role sahiptir (6,7).

Yumurta sarısında bulunan kolesterolün kalp-damar hastalıklarında rol oynayabileceğine ve yumurta proteinlerinin alerji riski oluşturabileceğine dair sağlıkla ilgili görüşler, diyet tercihlerinin değişmesi ile bağlantılı vegan ve vejetaryen beslenen kişi sayısındaki artış ve ekonomik faktörler tüketicileri ticari yumurta ikame maddelerini veya yumurta içermeyen besinleri satın almaya yönlendirmektedir. Sağlık, diyet tercihleri ve ekonomik faktörler bu yönelimde etkili olan itici güçler olarak değerlendirilebilmektedir (8). Yumurta alerjisi tüm dünyada en sık görülen besin alerjilerinden biridir ve oranı giderek artmaktadır. Yumurta alerjisi, bebeklerde ve çocuklarda süt alerjisinden sonra en sık görülen alerji çeşididir. Şu ana kadar yumurta alerjisinin çocukların %1.6 ile %10.1’ini etkilediği tahmin edilmektedir. Belirtileri kurdeşen kadar hafif olabilirken şiddetli anaflaktik şoklar da yaşanabilmektedir. Başlıca yumurta alerjenlerinin esas olarak yumurta akında bulunmasına rağmen, alerjisi olanların yumurtanın sarısını da tüketmemeleri gerekmektedir (9,10). Yumurta proteinlerinin alerji riskinin yanında, yumurta içermiş olduğu yüksek kolesterol sebebiyle de kardiyovasküler sağlık açısından tartışma konusu olmaktadır. Özellikle klinik araştırmalarda çelişkili sonuçlar bildirilmesi bu tartışmaları daha da artırmaktadır (11). Yumurtadan elde edilen diyet kolesterolünün, kardiyovasküler ve Tip 2 diyabet gibi kardiyometabolik hastalıklar için önemli bir risk faktörü olabileceği belirtilmektedir (12,13). Yumurta ikame maddeleri veya yumurta içermeyen besinlerin tercih edilmesinde etkili olan bir diğer faktör, bireylerin tutum ve dini inançlarına dayalı farklı diyet tercihlerinin ve ihtiyaçlarının ortaya çıkmasıdır. Günümüzde dünyanın her yerinde birçok insan vejetaryen diyeti tercih edebilmektedir.

Vejetaryenlik, genellikle hayvansal kaynaklı besinlerin yerine bitkisel kaynaklı besinlerin tüketilmesine yönelik bir beslenme şeklidir. Tüketilmesinden kaçınılan yiyecek gruplarına bağlı olarak birçok farklı vejetaryen türü bulunmaktadır. En yaygın türler, lakto-vejetaryenler (et yemeyen ama süt ürünleri yiyenler), ovo-vejetaryenler (et yemeyen ama yumurta yiyenler), lakto-ovo vejetaryenler (et yemeyen ama hem yumurta hem de süt ürünleri yiyenler) ve veganlar (et ve hayvansal kaynaklı tüm ürünlerden kaçınanlar) şeklinde sıralanabilmektedir (14,15). Vegan bireyler, hiçbir hayvansal gıdayı tüketmemekle birlikte bazıları hayvansal kaynaklı ürünleri dahi kullanmamaktadırlar (16,17).

Yumurtanın kısmen veya tamamen ikamesi için uygun maliyetli ve sağlıklı kaynakların elde edilmesi büyük önem taşımaktadır. Yumurta, kek yapısının bir parçasını oluşturma, renklendirme, aroma verme, bağlama, fom oluşturma, yumuşatma, emülsifiye etme ve kekin besin değerini iyileştirme gibi çeşitli fonksiyonel özelliklere sahip olduğu için ikamesi zor bir besindir (8,18). Tüketicilerin daha sağlıklı gıda seçeneklerine yönelik arayışlarının artması, araştırmacıları besinlerde yumurtanın alternatiflerini aramaya yöneltmiştir (19,20). Çiya ve keten tohumu jelinin besinlerle birlikte tüketilmesi, kan basıncı ve kolesterol seviyesinin düşürülmesi, enfeksiyonun azaltılması, diyabet ve hipertansiyonun kontrol edilmesi, kilo yönetiminin sağlanması gibi pek çok sağlık faydalarını desteklemektedir. Çiya ve keten tohumu su bağlama, emülsifikasyon, köpürme kapasitesi ve stabilitesi nedeniyle farklı gıda ürünlerinde yumurta veya yağlara alternatif olarak kullanılabilir (21). Suyu emdikten sonra çiya ve keten tohumları şişerek, emülsifiye edici, kalınlaştırıcı ve köpükendirici etkiler sergileyen diyet lifi açısından zengin müsilaçlı bir hidrojel ağı şeklini almaktadır (22,23).

Çiya (*Salviahispanica L.*) tohumları diyet lifi (%34.6), protein (%24.6) ve yağ içerikleri (%32.2) açısından zengindir. Çiya tohumu, ağırlığının 12 katı daha fazla suyu çekerek musilaç oluşturabilecek polisakkarit yapıya sahip olduğu için oluşturduğu jel emülsifiyer ve su tutucu özellik gösterebilmektedir (24). Ayrıca çiya tohumu yağı, bilinen tüm bitkisel kaynaklar arasında en yüksek α -linolenik asit içeriğine sahiptir. Bu nedenle, besinlerde çiya kullanımı, omega-3 içeren besinlerin mevcudiyetini artırmaya yardımcı olabilmektedir (25). Çiyanın protein içeriği buğday, mısır, pirinç, yulaf, arpa ve amaranth tanelerine göre daha yüksektir (26). Çiya tohumları, antioksidan özellikler gösteren, kardiyak ve hepatik koruyucu etkisinin yanı sıra yaşlanmayı önleyici ve anti-kanserojen özelliklere sahip olduğuna inanılan avantajlı bir fenolik bileşik içeriği ile karakterize edilmektedir (27,28). Çiya tohumunun suya daldırılmasıyla elde edilen şeffaf jel, gıda endüstrisindeki çeşitli ürünlerde uygulanmasına izin verilen niteliklere sahiptir. Ayrıca, özellikle unlu mamullerde hidratlama, viskozite geliştirme ve tazeliği koruma kapasitesine sahip olduğu için yağ ikamesi olarak da kullanılabilir (29). Besinsel avantajlarının yanı sıra çiya, emülsifiye edici aktiviteye, stabilizeye, iyi reolojik ve duysal özelliklere sahip olduğu için yumurta yerine kullanılabilir. Kek ve mufinlerde yumurtanın çiya ile değiştirilmesi birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır (20,30).

Keten tohumu (*Linumusatissimum L.*) önemli bir yağlı tohum mahsulüdür ve lignanlar, fenolikler, tokoferoller, karotenoidler, yüksek kaliteli çoklu doymamış yağ asitleri (omega-3), diyet lifleri ve antioksidanlar açısından zengindir (31). Keten tohumu keten bitkisinden çeşitli şekillerde çıkarılabilmekte ve birçok besin pişirme uygulamasına uygun olan yumurta yerine kullanılabilir. Keten tohumunun fonksiyonel özelliklerinde en büyük rolü içerdiği proteinler üstlenmektedir. Keten tohumu proteinlerinin emülsifiye etme, bağlama, koyulaştırma, jel oluşturma, köpük oluşturma ve stabile etme gibi birçok fonksiyonel özelliği

bulunmaktadır. Bundan dolayı gıda endüstrisinde beze, mayonez, vegan kekler, tereyağı, çırpılmış krema gibi çok fazla yiyecek tarifinde yumurta akının yerini almaktadır. Keten tohumunun öğütülerek kurabiye ve keklerde yumurta ikamesi olarak kullanımı da mevcuttur (22, 32, 33).

Keklerde yumurta ikamesi olarak çiya ve keten tohumu jeli kullanımının keklerin fonksiyonel, reolojik ve duyuşal özelliklerine olan etkisinin yanı sıra besinsel özelliklerine olan etkisinin incelendiği çalışmalar bulunmaktadır. Agrahar-Murugkar ve ark. (2016) buğday karışımı unu ve yumurta ikamesi olarak çiya kullanarak yumurtasız kek geliştirmiş ve geliştirdikleri keklerin reolojik, duyuşal ve besinsel özelliklerini incelemişlerdir (34). Besinsel analiz sonuçları, formülasyondaki protein açısından zengin yumurta albümini nedeniyle, yumurta içeren kontrol kek örneklerinin protein içeriğinin çiya içeren kek örneklerinin protein içeriğinden önemli ölçüde daha yüksek olduğunu göstermiştir. Yağ içeriği açısından değerlendirildiğinde, çiya içeren kek örneklerinin yağ içeriği, yumurta içeren kek örneklerinin yağ içeriğine yakın bulunmuştur. Benzer bir çalışmada, Aljobair (2022) yumurta yerine çiya tohumu unu ekleyerek fonksiyonel ve besleyici bir kek yapmayı amaçlamıştır (35). Çalışmada, çiya tohumu unu, formülasyondaki yumurta oranının sırasıyla %25, %50 ve %100'ü değiştirilerek, buğday ununun %3, %5 ve %7'si oranında formüle dahil edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, çiya tohumu unu eklenmiş örneklerde ham yağ seviyesinin arttığı görülmüştür. En yüksek oranda çiya tohumu unu (%7) içeren kekin protein içeriğinde artış önemli bulunurken, daha düşük çiya tohumu unu eklenmiş (%3 ve %5) olan örneklerin toplam protein içeriklerinde önemli bir değişiklik rapor edilmemiştir. Kek üretiminde bu tür yumurta ikamelerinin kullanılması pratik, sürdürülebilir ve uygun maliyetli bir alternatif sunmakla birlikte taze yumurtalara kıyasla saklaması kolay ve uzun raf ömrüne sahip oldukları için tercih edilmektedirler. Bu çalışma ile keklerde yumurta ikamesi olarak çiya ve keten tohumu jeli kullanımının, kekin bazı fiziksel ve duyuşal kalite özelliklerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Materyaller

Çiya ve keten tohumu jelinin üretiminde çiya ve keten tohumu (Yayla Agro Gıda San. ve Nak. A.Ş., Ankara) kullanılmıştır. Kek örneklerinin üretiminde buğday unu (Söke, Aydın), ayçiçeği yağı, toz şeker, yumurta, tam yağlı inek sütü, su, sodyum pirofosfat, sodyum bikarbonat ve nişasta içerikli kabartma tozu (Dr Oetker Gıda San. ve Tic. A.Ş., İzmir) ve farklı oranlarda çiya ve keten tohumu jeli kullanılmıştır. Kek formülasyonunda kullanılan malzemeler ve oranları Tablo 1'de verilmektedir.

Çiya ve Keten Tohumu Jellerinin Hazırlanması ve Kek Örneklerinin Üretimi

Çiya tohumu jeli, Borneo ve ark. (2010) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilerek hazırlanmıştır (36). Çiya tohumlarının (1:9 g/g) 30 dakika oda sıcaklığındaki suda bekletilmesi sonucu çiya tohumu jeli elde edilmiştir. Keten tohumu jeli keten tohumlarının (1:20 g/ml) 100°C'de, 30 dakika boyunca kaynayan suda karıştırılması ve 8 saat oda sıcaklığında bekletilmesi sonucu elde edilmiştir. Daha sonra keten tohumları bir süzgeç yardımıyla jelden ayrılmıştır (37).

Tablo 1. Kek Örneklerinin Üretiminde Kullanılan Malzemeler ve Oranları.

Malzemeler (g/100 g)	Kontrol Kek	Çiya tohumu jeli ilaveli kek		Keten tohumu jeli ilaveli kek	
		%50	%100	%50	%100
Un	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5
Şeker	33	33	33	33	33
Süt	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5
Yumurta	13.8	6.9	0	6.9	0
Çiya tohumu jeli	0	6.9	13.8	0	0
Keten tohumu jeli	0	0	0	6.9	13.8
Ayçiçek yağı	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
Kabartma tozu	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Toplam	100	100	100	100	100

Kek örneklerinin hazırlanmasında Shih ve ark. (2006) tarafından kullanılan yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır (38). Çiya (%50 ve %100) ve keten tohumu (%50 ve %100) jeli kek formülasyonuna yumurta ile yer değiştirilerek ilave edilmiştir. Sadece yumurta içeren kek örnekleri kontrol (K) olarak adlandırılmıştır. Kek hamurunun hazırlanması amacıyla kuru malzemelerin tümü karıştırılmıştır. Daha sonra kuru malzemelere sıvı malzemeler eklenerek, 45 saniye boyunca karıştırıcı (Arzum AR1037 MixxiEco 700 W Mikser- 5 kademeli) yardımıyla 3. kademe hız ayarında karıştırılarak hazırlanan kek hamuru, kaplar içine yerleştirilerek daha önce ısıtılmış turbo fanlı ankastre fırın içerisinde 220 °C’de, 40 dakika süre ile pişirilmiştir. Bu süre içerisinde kek örnekleri kontrol edilerek, eşit ölçüde pişmeleri sağlanmıştır. Kek örnekleri üç tekrarlı olacak şekilde üretilmiştir.

Kek Örneklerine Uygulanan Analizler

Spesifik Hacimlerin Ölçülmesi

Düzensiz katıların hacmi kum, cam boncuk veya tohum ile yer değiştirme yöntemi vasıtasıyla ölçülebilmektedir. Kolza tohumları genellikle ekmek, kek gibi unlu mamullerin hacminin belirlenmesi için kullanılmaktadır. Çalışmamızda, kek spesifik hacmi, kolza tohumu yer değiştirme yöntemi kullanılarak, AACC 10-05 metoduna uygun olarak ölçülmüştür (39). Elde edilen kekin ağırlığı kaydedildikten sonra, kekin kolza tohumu içerisinde kapladığı hacmin cm³ cinsinden ölçülmesi ile kek örneklerinin spesifik hacimleri belirlenmiştir. Kek spesifik hacmi, kekin belirlenen hacim değerinin kek ağırlığına bölünmesi ile cm³/g olarak ifade edilmiştir (40).

Kuru Madde İçeriğinin Belirlenmesi

Kek örneklerinin kuru madde içerikleri, örneklerin 105°C’lik bir etüvde (Nüve NF-1200R, Ankara, Türkiye), sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmasını takiben gravimetrik olarak belirlenmiştir (41). Toplam kuru madde miktarı aşağıda verilen denklik (1) ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{Kuru madde} = [\text{Kuru ağırlık} / \text{Islak ağırlık}] * 100 \quad (1)$$

Toplam Kül Miktarının Belirlenmesi

Toplam kül analizi AOAC 923.03 metoduna göre yapılmıştır. Kek örneklerinin kül içerikleri, yaklaşık 2.5 gr örneğin kül fırınında (Prothermfurnaces, PLF 110/6), 550 °C’de yakılması sonucunda elde edilen külün örnek miktarına oranlanması ile yüzde kül miktarı olarak hesaplanmıştır. Toplam kül miktarı aşağıda verilen denklik (2) ile hesaplanmıştır.

$$\%K\ddot{u}l = [K\ddot{u}l\ a\ddot{g}irli\ddot{g}i/\ddot{O}rnek\ a\ddot{g}irli\ddot{g}i]*100\ (2)$$

Duyusal Analiz

Keklerin duyuusal değerlendirmeleri, yaşları 25-50 arası olan yetişkin ve sağlıklı 10 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistler, Fethiye Sağlık Bilimleri Fak\ltesinde g\rev yapan ve daha \nce farklı \r\nleri tanımlayıcı duyuusal analizlerde deneyim kazanmış olan kadın \ddot{g}retim elemanlarından seçilmiştir. Duyusal analizler, Beslenme ve Diyetetik Araştırma ve Uygulama Laboratuvarında yapılmıştır. Duyusal değerlendirmenin, renk tonlarının neden olduğu belirgin farklılıkları azaltmak için yeterli ışık kullanılarak, kokusuz bir ortamda yapılması sağlanmıştır. Panelistlerin panel anında kendilerini fiziksel ve psikolojik olarak değ\stasyona hazır hissetmeleri ve istekli olmaları, panel sırasında tat ve koku almalarına engel olacak basit sağlık sorunlarını (soğuk algınlığı vb.) yaşamıyor olmaları katılımcıların araştırmaya dahil edilme kriterleri arasında yer almaktadır. Analizden \nce muffin kekler eşit parçalara b\l\nererek tabaklara yerleştirilmiş ve keklere rastgele \ basamaklı kodlar verilmiştir. Yumurtalı kek (kontrol) rastgele yerleştirilerek panelistlerin değerlendirilmesine sunulmuştur. Panelistlere tadım aralarında ağız tadını n\trlemeleri için içme suyu verilmiştir. Panelistler, kekleri g\r\nd\m, aroma, tat, tekst\re, renk, koku ve genel kabul edilebilirlik parametreleri açısından, 9 noktalı hedonik \ddot{o}lek (1:Kesinlikle beğenmedim, 9:Kesinlikle beğeniyorum) kullanarak değerlendirmişlerdir. Bu prosed\re Muğla Sıtkı Koçman \niversitesi Tıp ve Sağlık Etik Kurulunun 14.06.2023 tarihli, 230012 protokol numaralı izni alınarak uygulanmıştır.

Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışılan \rneklerin analizlerinden elde edilen paralel \ddot{o}l\mler ortalama $\pm$ standart sapma şeklinde verilmiştir. T\m veriler, IBM SPSS Statistical Software (SPSS 22 Inc. Chicago, IL, USA) istatistiksel paket programı kullanılarak tek-y\ndl\ varyans analizi (ANOVA) ile analiz edilmiş, ortalamaların karşılaştırılmasında Tukey oklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Farklılıklar, $p<0.05$ ise istatistiksel olarak \nemli kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

Bu çalışmada hazırlanan kontrol ve iya ve keten tohumu jeli içeren kek \rneklerinin; kuru madde, k\l ve spesifik hacim analizi sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Kek \rneklerinin spesifik hacimleri, pişirme sonrası 2. saatte kontrol kek \rneklerinde 3.65 ± 2.18 , %50 iya ve %50 keten tohumu jeli içeren kek \rneklerinde, 4.50 ± 0.11 ve 2.95 ± 0.56 , %100 iya ve %100 keten tohumu jeli içeren kek \rneklerinde ise 2.01 ± 0.89 ve 2.14 ± 1.15 olarak bulunmuştur. Pişirme sonrası 24. saatte ise bu değerler sırasıyla 6.50 ± 2.10 , 5.70 ± 1.03 , 6.69 ± 1.29 , 4.03 ± 1.28 , 6.35 ± 0.99 olarak \ddot{o}l\lm\řt\re. Kontrol grubu ile iya ve keten tohumu jeli içeren kekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

Kuru madde analizi sonuçları değerlendirildiğinde, pişirme sonrası 2. saatte, kontrol grubu ve %50 iya ve %50 keten tohumu jeli içeren keklerin kuru madde miktarlarının sırasıyla 82.21 ± 0.33 , 80.65 ± 0.41 ve 80.89 ± 0.36 olduğu ve istatistiksel olarak farklı olmadığı g\r\lmektedir ($p>0.05$). Bununla birlikte, %100 iya ve %100 keten tohumu jeli içeren keklerin kuru madde miktarlarının 78.26 ± 1.46 ve 78.53 ± 1.07 olduğu ve diğer \rneklerden istatistiksel olarak farklı olduğu ($p<0.05$) g\zlemlenmiştir. Pişirme sonrası 24. saat \rneklerinde de benzer şekilde kontrol grubu \rnekleri ve %100 iya ve %100 keten tohumu jeli içeren kek \rneklerinin

Tablo 2. Kek Örneklerinin Kuru Madde, Kül ve Spesifik Hacim Analizleri Sonuçları.

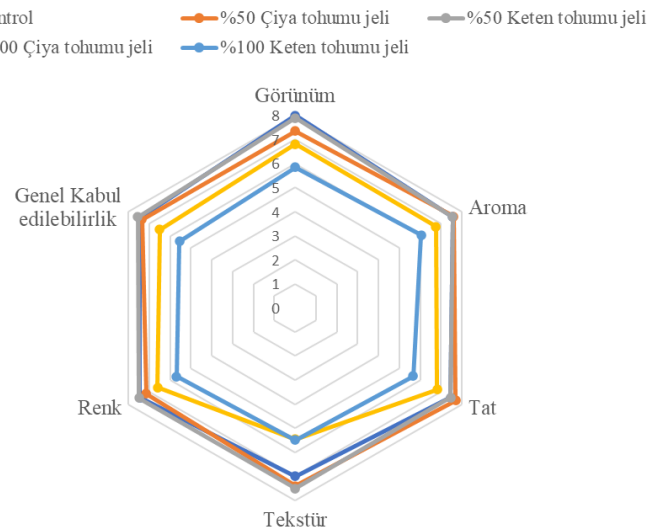
2. saat örnekler	Kuru Madde (%)	Kül (%)	Spesifik Hacim (cm ³ /gr)
Kontrol	82.21±0.33 ^c	0.79±0.15 ^a	3.65±2.18 ^a
Çiya tohumu jeli ilaveli (%50)	80.65±0.41 ^{bc}	0.96±0.42 ^a	4.50±0.11 ^a
Çiya tohumu jeli ilaveli (%100)	78.26±1.46 ^a	0.74±0.64 ^a	2.01±0.89 ^a
Keten tohumu jeli ilaveli (%50)	80.89±0.36 ^c	0.96±0.08 ^a	2.95±0.56 ^a
Keten tohumu jeli ilaveli (%100)	78.53±1.07 ^{ab}	0.90±0.06 ^a	2.14±1.15 ^a
24. saat örnekler	Kuru Madde (%)	Kül (%)	Spesifik Hacim (cm ³ /gr)
Kontrol	83.40±0.42 ^b	1.34±0.22 ^b	6.50±2.10 ^a
Çiya tohumu jeli ilaveli (%50)	80.89±0.49 ^{ab}	0.72±0.23 ^a	5.70±1.03 ^a
Çiya tohumu jeli ilaveli (%100)	79.44±1.41 ^a	1.27±0.14 ^b	4.03±1.28 ^a
Keten tohumu jeli ilaveli (%50)	81.25±1.28 ^{ab}	0.58±0.11 ^a	6.69±1.29 ^a
Keten tohumu jeli ilaveli (%100)	78.47±1.55 ^a	1.00±0.03 ^{ab}	6.35±0.99 ^a

Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan fark olduğunu göstermektedir (p <0.05).

Tablo 3. Kek Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları.

Kek Örnekleri	Görünüm	Aroma	Tat	Tekstür	Renk	Genel Kabul Edilebilirlik
Kontrol	8.00±1.12 ^b	7.55±1.73 ^b	7.45±1.76 ^b	7.00±1.86 ^{ab}	7.45±1.79 ^b	7.45±1.70 ^b
Çiya tohumu jeli ilaveli (%50)	7.35±1.84 ^{ab}	7.60±1.60 ^b	7.70±1.66 ^b	7.40±1.39 ^b	7.15±2.03 ^{ab}	7.35±1.81 ^b
Çiya tohumu jeli ilaveli (%100)	6.80±1.82 ^{ab}	6.75±1.48 ^{ab}	6.80±1.47 ^{ab}	5.45±2.14 ^a	6.60±1.76 ^{ab}	6.50±1.57 ^{ab}
Keten tohumu jeli ilaveli (%50)	7.90±1.12 ^b	7.55±1.90 ^b	7.45±2.04 ^b	7.50±1.67 ^b	7.50±1.70 ^b	7.55±1.93 ^b
Keten tohumu jeli ilaveli (%100)	5.85±2.35 ^a	6.05±1.76 ^a	5.65±2.01 ^a	5.50±2.19 ^a	5.70±2.47 ^a	5.55±1.79 ^a

Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan fark olduğunu göstermektedir (p <0.05).

**Şekil 1.** Kek Örneklerinin Duyusal Analiz Radar Grafiği

birbirinden istatistiksel olarak farklı olduğu görülmektedir. Kuru madde değerleri, kontrol kek örnekleri için 83.40±0.42, %50 çiya ve %50 keten tohumu jeli içeren kekler için 80.89±0.49 ve

81.25±1.28 olarak belirlenirken, bu değerler %100 çiya ve %100 keten tohumu jeli içeren kekler için 79.44±1.41 ve 78.47±1.55 olarak bulunmuştur. Tablo 2’de verilen kül analizi sonuçları incelendiğinde, pişirme sonrası 2. saatte kek örneklerinin kül miktarlarının 0.74±0.64–0.96±0.42 değerleri arasında değiştiği ve kül miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığı görülmektedir ($p>0.05$). Pişirme sonrası 24. saatte, 1.34±0.22 değeri ile en yüksek kül miktarına kontrol grubu örneklerin sahip olduğu belirlenmiştir. %50 çiya ve %50 keten tohumu jeli içeren kekler ve kontrol grubu kekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). %50 çiya ve %50 keten tohumu jeli ilavesi ile kek örneklerinin kül miktarları %1.34’ten, sırasıyla 0.72±0.23 ve 0.58±0.11 değerlerine düşmüştür. %100 çiya ve %100 keten tohumu jeli içeren kek örneklerinin kontrol grubu örnekleriyle yaklaşık olarak benzer kül değerlerine sahip olduğu görülmektedir.

Panelistlerin kek örneklerinin görünüm, aroma, tat, tekstür, renk ve genel kabul edilebilirlik özelliklerine vermiş oldukları puanları içeren duyu analizi sonuçları Tablo 3’de verilmektedir. Görünüm, aroma, tat, renk ve genel kabul edilebilirlik kriterleri göz önünde bulundurulduğunda, kontrol grubu ve %50 ve %100 çiya ve %50 keten tohumu jeli içeren kek örneklerinin birbirine yakın ve yüksek puanlar almış oldukları, %100 keten tohumu jeli içeren kek örneklerinin panelistlerden daha düşük puanlar aldıkları görülmektedir. Örneklerin tekstür özelliği incelendiğinde, %100 çiya ve keten tohumu jeli içeren kek örneklerinin 5.45±2.14 ve 5.50±2.19 puanlarını aldığı ve kontrol kek örneğinden (7.00±1.86 puanı ile) istatistiksel olarak farklı bulunduğu görülmektedir ($p<0.05$).

4. TARTIŞMA

Keklerin, küresel olarak tüketilen ve insanlar tarafından tercih edilen bir besin çeşidi olduğu ve sürekli büyüyen bir küresel pazara sahip oldukları bilinmektedir (42). Bununla birlikte, kek gibi fırınlanmış ürünler için ideal yumurta ikamesinin ve optimum kullanım konsantrasyonunun belirlenmesi oldukça önemli bir husustur (8). Yumurta ikamesi olarak seçilen bileşenlerin, emülsifikasyon, köpürme ve viskozite/yapı oluşturma yetenekleri gibi fonksiyonel özelliklere sahip olmaları gerekmektedir (43). Yumurta ikamesi olarak çiya ve keten tohumu jelinin kullanılmasının bazı kek kalite parametreleri üzerine etkisinin incelendiği bu çalışmada, spesifik hacim değerleri birbirine yakın sonuçlar vermiş ve kontrol grubuna kıyasla diğer keklerin spesifik hacminde azalma görülmemiştir. Pişirme sırasında kek hamuru, temel olarak nişasta ve protein kaynaklarına bağlı olarak nişasta jelatinleşmesi ve protein pıhtılaşması nedeniyle gözenekli bir yapıya dönüşmektedir. Hamur ısıtıldığında, kek hamurunun içinde hapsolan hava kabarcıkları genişlemekte ve kek hacminin artmasına neden olmaktadır. Yumurtanın çırpılma özellikleri kekin hücre yapısında, hacminde ve yumuşaklığında belirleyicidir. Yumurtanın tamamen soya sütü ve lesitin ile değiştirilmesinin hamur ve kekin fiziksel özelliklerine etkisini araştıran bir çalışmada yumurtasız keklerin hacminde ve yüksekliğinde istenmeyen bir azalma olduğu gözlenmiştir (20). Kekler için çok önemli bir kalite kriteri olan hacim, kullanılan yağın türü ve miktarı ile de ilişkilidir. Yağların en önemli etkilerinden biri, köpüğün oluşumu ve stabilizasyonu nedeniyle kek hacmini doğrudan etkileyen hamurun havalanmasını geliştirme özelliğidir. Literatürde yer alan çalışmalarda, yağ ikamesi olarak da kullanılan çiya jelinin hazırlanan keklerin hacimlerinde azalmaya neden olmadığı bildirilmiştir (30,35). Bashir ve ark. (2006) keten tohumu ununun kek ve kurabiyein pişme özellikleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, somun

hacimlerinin artan keten tohumu unu ilavesiyle birlikte azaldığını rapor etmişlerdir (44). Çalışmamızla benzer bir sonuç da Sharma ve ark. (2024) tarafından bildirilmiştir (45). Bu çalışmada, kek formülasyonları, yumurta yerine %20, %40, %50, %60, %80 ve %100 ikame düzeylerinde keten tohumu jeli kullanılarak elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda %20, %40 ve %50 oranında yumurta ikamesi ile kek hacimlerinde önemli bir değişiklik olmadığı bulunmuştur. Çalışmamızda, çiya ve keten tohumu jeli ilave edilmiş keklerin spesifik hacminin kontrol grubundan farklı olmamasının nedeni, tohumların kek üretiminden önce ıslatılarak ön nemlendirmeye tabi tutulması olarak düşünülmektedir. Tohumlara ön nemlendirmenin yapılmasının hamur viskozitesini artırdığı, bunun da kek yapısı henüz oluşmadan önce su buharlaşmasını ve kek hacminin genişlemesini kısıtladığı ve böylece pişirme sırasında daha fazla su tutulmasına ve spesifik hacmin gelişmesine neden olduğu düşünülmektedir. (29).

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlarla benzer şekilde literatürde yer alan çeşitli çalışmalarda, yumurta ikameli keklerin nihai kuru madde içeriklerinin geniş bir aralıkta değiştiği belirtilmektedir. Bu değişkenliğin, yumurta ikamelerinin türleri ve kullanım seviyeleri, diğer fonksiyonel bileşenler ve bunların kek formülasyonundaki etkileşimleri, hamur ağırlığı ve pişirme parametreleri (sıcaklık, süre vb.) gibi çeşitli faktörlere bağlı olabileceği bildirilmiştir (8). Erkoç ve ark. (2021) çalışmamızla benzer şekilde, pankek örneklerinde formülasyona çiya tohumu jelinin %50 ve %100 eklenmesi ile kuru madde içeriklerinin azaldığını gözlemlemişlerdir (23). Keklerde çiya ve keten tohumu jelinin yüksek oranda bulunması, daha yüksek nem içeriğine katkıda bulunmuş ve kuru madde içeriğinin oransal olarak azalmasına neden olmuş olabileceği düşünülmektedir (46). Bununla birlikte, Sanmartin ve ark. (2020) farklı yüzdelerde keten tohumu keki ile güçlendirilmiş ekşi maya ekmeği üretimi gerçekleştirmişler ve keten tohumu kekinin artan yüzdesine bağlı olarak kuru madde miktarı açısından önemli bir etkinin gözlenmediğini bildirmişlerdir (47). Bulgularımızın aksine, Sung ve ark. (2020) pirinç ununun keten tohumu unu ile %20, 40 ve 60 oranında değiştirilmesi ile glutensiz kekler üretmişler ve özellikle %60 keten tohumu ikameli örneklerin kuru madde içeriklerinin önemli ölçüde arttığını rapor etmişlerdir (48).

Çalışmamızda, pişirme sonrası 24. saatte yapılan analizlerde % 50 çiya ve keten tohumu jeli ilaveli örneklerin kül miktarlarının kontrol grubundan daha az olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubu ve % 100 çiya ve keten tohumu jeli ilaveli keklerin kül miktarlarının yaklaşık olarak aynı olduğu görülmektedir. Çiya ve keten tohumunun yüksek mineral ve diyet lifi içeriği nedeniyle, özellikle %100 çiya ve keten tohumu jeli ilavesi ile üretilen keklerin kül içeriklerinde önemli bir farklılık oluşmadığı gözlemlenmektedir. Çiya tohumunun yumurta ikamesi olarak pandispanyanın kalitesine olan etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada, %7 çiya tohumu içeren örneklerin en yüksek kül içeriğine sahip olduğu bulunmuş ve bu değer çiya tohumu unu içermeyen kontrol örneklerinden yaklaşık 2 kat daha yüksek olduğu belirtilmiştir (35). Başka bir çalışmada ise %100 keten tohumu içeren muffinlerin kül miktarı, yumurtalı olan kontrol grubuna ve yumurtasız diğer düşük yüzdelikli keten tohumu ilaveli keklere göre daha yüksek bulunmuştur (49). Keten tohumu, başlıca kalsiyum, magnezyum, fosfor ve tuz olmak üzere mineraller açısından önemli bir kaynaktır. Keten tohumunun buğday ununa dahil edilmesinin, ürünlerin kül içeriklerini arttırdığı gözlemlenmektedir. Yüksek oranda keten tohumu jeli ilaveli keklerin kül içeriklerinin kontrol kek örneklerinden daha fazla bulunması keten tohumunun buğday unundan çok daha fazla mineral ve diyet lif içeriğine sahip olmasıyla açıklanabilir.

Örneklerin duyuşal değerdendirmeleri sonucunda, görünümleri açısından en yüksek ve en düşük değerdendirme puanını sırasıyla kontrol grubunun ve %100 keten tohumu jeli ilaveli keklerin aldığı görülmektedir. Tat açısından en çok beğenilen kek örneklerinin %50 çiya tohumu jeli ilaveli kekler olduğu ve renk kriterinde ise en yüksek puanı %50 keten tohumu jeli içeren keklerin aldığı ifade edilebilmektedir. Tüm kriterler incelendiğinde, en az beğenilen örneklerin %100 keten tohumu jeli ilaveli kekler olduğu görülmüştür. Genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek puanları kontrol grubu ile birlikte %50 çiya ve keten tohumu içeren keklerin aldığı gözlemlenmiştir. Çiya ve keten tohumu ilavesinin %100 oranında olması durumunda panelistlerin genel kabul edilebilirlik puanlarının düştüğü fark edilmektedir. %100 keten tohumu jeli takviyesiyle yapılan kekin tüm duyuşal özelliklerde daha düşük puanlar almasının nedeninin kekin renginin daha koyu ve iç kısmının yapışkan olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Aynı şekilde artan keten tohumu jeli oranının kekin tadı ve çiğneme profili üzerinde olumsuz etki yarattığı söylenebilir. Benzer bir çalışmada, %25 keten tohumu içeren örnekler daha yüksek duyuşal puan alırken %100 keten tohumu içeren örneklerin en düşük puanı aldığı ve beğenilmediği bildirilmiştir (50). Farklı konsantrasyonlarda (%0.5, %1.0 ve %1.5) ksantan sakızının yumurta ikamesi olarak kullanıldığı bir çalışmanın duyuşal değerdendirme sonucunda, %0.5 oranında ksantan sakızı ilaveli yumurtasız kek örneğinin kontrol grubu ile birlikte en yüksek kabul edilebilirlik puanını aldığı rapor edilmiştir (51). Kek formülasyonunda yumurta yerine nohut suyunun %0-25-50-75-100 oranlarında ikame edilebilme potansiyelini araştıran bir çalışmanın duyuşal analiz sonuçlarına göre %25 nohut suyu içeren kek örneğinin panelistler tarafından daha çok tercih edildiği rapor edilmiştir (52). Çalışmamızda duyuşal analiz kriterlerine panelistler tarafından verilen puanlar ayrıca radar grafiğinde detaylı bir şekilde gösterilmiştir (Şekil 1).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yumurta ikamesi olarak çiya ve keten tohumu jelinin kullanılması ile üretilen farklı kek türleri, yumurta kullanılarak yapılan keklerle karşılaştırıldığında kuru madde ve kül içerikleri ve duyuşal özellikler açısından önemli ölçüde farklılıklar göstermiştir ($p<0.05$). Bununla birlikte kontrol grubu ve yumurta ikameli kek örneklerinin spesifik hacim değerdelerinin istatistiksel olarak farklı olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$). Çiya ve keten tohumu jeli ilavesinin, kek kalitesi açısından önemli bir parametre olan spesifik hacim üzerinde olumsuz bir etkisinin bulunmaması, hamurun reolojik özellikleri ve keklerin duyuşal ve teknolojik kalitesi açısından önemli bir bulgudur. Panelistler tarafından gerçekleştirilen duyuşal değerdendirme sonucunda, kontrol grubu ve %50 çiya tohumu jeli ve %50 keten tohumu jeli içeren keklerin %100 çiya tohumu jeli ve %100 keten tohumu jeli içeren keklerle kıyasla daha kabul edilebilir oldukları belirlenmiştir. Yumurta ikamelerinin kek bileşimindeki oranı artırıldığında kek örneklerinin duyuşal parametrelerinin daha düşük puan aldıkları görülmektedir. %100 keten tohumu jeli ilavesinin özellikle renk ve tekstür parametrelerini oldukça olumsuz etkilediği söylenebilmektedir. Dolayısıyla keklerde yumurtaya alternatif olarak çiya ve keten tohumu jelinin belirli oranlarda kullanılma potansiyelinin yüksek olduğu sonucuna varılabilmektedir. Bununla birlikte, kullanılan jellerin ürünlerin besin kalitesini ne şekilde etkilediğini anlayabilmek için daha kapsamlı besin analizlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışma ile çiya ve keten tohumu jeli kullanımının yumurta ile benzer fonksiyonel özellik gösterebileceği sonucuna varılsa da yumurta alerjisi ve vegan diyet tercihleri gibi nedenlerle yumurta

tüketmeyen bireylerin kullanımı açısından protein ve yağ içeriklerinin uygunluğu araştırılmalıdır. Bu konu ile ilgili olarak gerçekleştirilebilecek ileri çalışmalar, farklı yumurta ikamelerinin kekin fiziksel ve duyuşsal özelliklerini ne şekilde etkilediğinin, bu ikamelerin tek tek veya kombinasyon halinde uygulanarak geliştirilmesi ve tatmin edici duyuşsal özelliklere sahip tamamen yumurtasız kek üretme olasılığının araştırılması olabilecektir. Yumurta ikameli kek hamurlarının tekstürel, reolojik ve yapısal özellikleri ve ürünün raf ömrü ile ilgili değerlendirmeler hakkında ayrıntılı araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Araştırmanın Etik Yönü

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tıp ve Sağlık Etik Kurulunun 14.06.2023 tarihli, 230012 protokol numaralı izni alınarak uygulanmıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması ifade etmemektedirler.

Teşekkür

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fethiye Sağlık Bilimleri Fakültesine laboratuvar olanaklarından yararlanma olanağı sağladıkları için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Miranda, J. M., Anton, X., Redondo-Valbuena, C., Roca-Saavedra, P., Rodriguez, J. A., & Lamas, A. (2015). Egg and egg-derived foods: effects on human health and use as functional foods. *Nutrients*, 7, 706-729.
2. Çelebi, Ş., & Karaca, H. (2006). Yumurtanın besin değeri, kolesterol içeriği ve yumurtayı n-3 yağ asitleri bakımından zenginleştirmeye yönelik çalışmalar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(2), 257-265.
3. Puglisi, M. J. & Fernandez, M. L. (2022). The health benefits of egg protein. *Nutrients*, 14, 1-14.
4. Yüceer, M., Temizkan, R., & Caner, C. (2012). Fonksiyonel gıda olarak yumurta: bileşenleri ve fonksiyonel özellikleri. *Akademik Gıda*, 10, 71-72.
5. Razi, S. M., Fahim, H., Amirabadi, S., & Rashidinejad, A. (2023). An overview of the functional properties of egg white proteins and their application in the food industry. *Food Hydrocolloids*, 135, 108183.
6. Dokuzcan, B. D. (2019). *Pastacılıkta yumurta ikamesi olarak nohut suyu kullanımı ve yumurtasız pandispanya örneği*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Okan Üniversitesi, İstanbul.
7. Liu, Y. F., Oey, I., Bremer, P., Carne, A., & Silcock, P. (2019). Modifying the functional properties of egg proteins using novel processing techniques: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, doi: 10.1111/1541-4337.12464.
8. Yazıcı, G. N., & Ozer, M. S. (2021). A review of egg replacement in cake production: Effects on batter and cake properties. *Trends in Food Science and Technology*, 111, 346-359.
9. Caffarelli, C., Giannetti, A., Rossi, A., & Ricci, G. (2022). Egg allergy in children and weaning diet. *Nutrients*, 14, 1540.

10. Karakılıç, M., Suna, S., Tamer, C. E., & Çopur, Ö. U. (2014). Gıda alerjisi reaksiyonları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1), 73-82.
11. Shin, J. Y., Xun, P., Nakamura, Y., & He, K. (2013). Egg consumption in relation to risk of cardiovascular disease and diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.*, 98(1), 146-59.
12. Fernandez, M. L. (2006). Dietary cholesterol provided by eggs and plasma lipoproteins in healthy populations. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care.*, 9(1), 8-12.
13. Kayıkçıoğlu, M., & Soydan, İ. (2009). Yumurta tüketimi ve kardiyovasküler sağlık. *Türk Kardiyol. Dern. Arş.*, 37(5), 353-357.
14. Agrawal, S., Millett, C. J., Dhillon, P. K., Subramanian, S.V., & Ebrahim, S. (2014). Type of vegetarian diet, obesity and diabetes in adult Indian population. *Nutrition Journal*, 13(89), 1-18.
15. Delucca, G. F. (2013). An investigation of vegetarianism and eating attitudes based on different types of vegetarian eating patterns. Doctoral thesis. Faculty of The Chicago School of Professional Psychology, Chicago.
16. Cherry, E. (2006). Veganism as a cultural movement: A relational approach. *Social Movement Studies*, 5(2), 155-170.
17. Özcan, T., & Baysal, S. (2016). Vejetaryen beslenme ve sağlık üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(2), 101-116.
18. Hedayati, S., & Tehrani, M. M. (2018). Effect of total replacement of egg by soy milk and lecithin on physical properties of batter and cake. *Food Science & Nutrition*, 6(4), 1154-1161.
19. Mustafa, R., He, Y., Shim, Y. Y., & Reaney, M. J. T. (2018) Aquafaba, waste water from chickpea canning, functions as an egg replacer in sponge cake. *International Journal of Food Science*, 53(10), 2247-2255.
20. Hedayati, S., Jafari, S. M., Babajafari, S., Niakousari, M., & Mazloom, S. M. (2022). Different food hydrocolloids and biopolymers as egg replacers: A review of their influences on the batter and cake quality. *Food Hydrocolloids*, 128, 107611.
21. Olombrada, E., Mesias, M., & Mo, F. J. (2024). Risk/benefits of the use of chia, quinoa, sesame and flaxseeds in bakery products. An update review. *Food Reviews International*, 40(4), 1047-1068.
22. Gallo, L. R. R., Botelho, R. B. A., Ginani, V., & Lacerda, L. D. (2018). Chia (*Salviahispanica* L.) Gel as egg replacer in chocolate cakes: Applicability and microbial and sensory qualities after storage. *Journal of Culinary Science & Technology*, 18(9), 1-11.
23. Erkoç, S., Özcan, İ., Özyiğit, E., Kumcuoğlu, S., & Tavman, Ş. (2021). Yumurta ikamesi olarak kullanılan çiya ve keten tohumu jelinin pankek hamuru reolojisi ve ürün özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi. *Gıda*, 46(6), 1397-1414.
24. Yurt, M., & Gezer, C. (2018). Chia tohumunun (*Salvia hispanica*) fonksiyonel özellikleri ve sağlık üzerine etkileri. *Gıda*, 43(3), 446-460.
25. Coorey, R., Tjoe, A., & Jayasena, V. (2014). Gelling properties of chia seed and flour. *Journal of Food Science and Technology*, 79(5), E859-E866.
26. Julio, L. M., Ixtaina, V. Y., & Fernández, M. (2016). Chia tohumu (*Salvia hispanica* L.)

- yan ürünleri ile fonksiyonel O/W emülsiyonlarının geliştirilmesi ve karakterizasyonu. *Journal of Food Science and Technology*, 53, 3206-3214.
27. Karpińska-Tymoszczyk, M., Danowska-Oziewicz, M., & Draszanowska, A. (2021). Effect of the addition of chia seed gel as egg replacer and storage time on the quality of pork patties. *Foods*, 10(8).
 28. Özbek, T., & Şahin Yeşilçubuk, N. (2018). Süper besin: Chia tohumu (*Salvia Hispanica L.*) *Beslenme ve Diyetetik Dergisi*, 46(1), 90-96.
 29. Fernandez, S. S., & Salas-Mellado, M. D. L. M. (2017). Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes. *Food Chemistry*, 227, 237-244.
 30. Felisberto, M. H. F., Wahanik, A. L., Gomes-Ruffi, C. R., Clerici, M. T. P. S., Chang, Y. K., & Steel, C. Y. (2015). Use of chia (*Salvia hispanica L.*) mucilage gel to reduce fat in pound cakes. *LWT-Food Science and Technology*, 63, 1049-1055.
 31. İşleroglu, H., Yıldırım, Z., & Yıldırım, M. (2005). Fonksiyonel bir gıda olarak keten tohumu. *Gazi Osmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 23-30.
 32. Uhlman, J., & Schumacher, J. (2014). Sensory and objective evaluation of pumpkin bars using ground flaxseed or sweet potato baby food as egg replacers. *International Journal of Advanced Nutritional and Health Science*, 2(1), 89-97.
 33. Grizio, M., & Spetch, L., (2016). Plant-based egg alternatives: optimizing for functional properties and applications, *The Good Food Institute*, 1-16.
 34. Agrahar-Murugkar, D., Zaidi, A., Kotwalwale, N., & Gupta, C. (2016). Effect of egg-replacer and composite flour on physical properties, color, texture and rheology, nutritional and sensory profile of cakes. *Journal of Food Quality*, 39, 425-435.
 35. Aljobair, M. O. (2022). Effect of chiaseed as egg replacer on quality, nutritional value, and sensory acceptability of sponge cake. *Journal of Food Quality*, 9, 1-11.
 36. Borneo, R., Aguirre, A., & Leon, A. E. (2010). Chia (*Salvia hispanica L.*) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(6), 946-949.
 37. El-Sayed, M. A., Shaltout, O. E., & El-Difrawy, E. A. (2014). Production and evaluation of low fat cake containing flaxseed and okra gums as a fat replacer. *Journal of Food Science and Technology*, 11(1), 53-60.
 38. Shih, F. F., Truong, V. D., & Daigle, K. W. (2006). Physicochemical properties of gluten-free pancakes from rice and sweet potato flours. *Journal of Food Quality*, 29(1), 97-107.
 39. AACC (1990). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, (8th ed.). St. Paul, MN, USA: AACC.
 40. Cansız, Z. (2018). Peynir altı suyunun pastörizasyonu ve ekmek üretiminde kullanım imkanlarının araştırılması. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara.
 41. Tarasevičienė, Ž., Danilčenko, H., Jariene, E., Paulauskienė, A., & Gajewski, M. (2009). Changes in some chemical components during germination of broccoli seeds. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37(2), 173-176.
 42. Lin, M., Tay, S. H., Yang, H., Yang, B., & Li, H. (2017). Replacement of eggs with soybean protein isolates and polysaccharides to prepare yellow cakes suitable for vegetarians. *Food Chemistry*, 229, 663-673.

43. Ratnayake, W. S., Geera, B., & Rybak, D. A. (2012). Effects of egg and egg replacers on yellow cake product quality. *Journal of Food Processing and Preservation*, 36(1), 21-29.
44. Bashir, S., Masud, T., & Latif, A. (2006). Effect of flaxseed (*Linum usitatissimum*) on the baking properties of cake and cookies. *International Journal of Agricultural Research*, 1(5), 496-502.
45. Sharma, V., Premi, M., Bansal, V., Bhardwaj, A., Tripathi, N., & Kumar, N. (2024). Effect of flaxseed gel as an egg substitute on the functional properties of cake: A comparative analysis. *Journal of Food Chemistry and Nanotechnology*, 10(S1), S1-S6.
46. Hargreaves, S.M., & Zandonadi, R. P. (2018). Flaxseed and chia seed gel on characteristics of gluten-free cake. *Journal of Culinary Science & Technology*, 16(4), 378-388.
47. Sanmartin, C., Taglieri, I., Zinnai, A., Tavarini, S., Venturi, F., Macaluso, M. et al. (2020). Flaxseed cake as a tool for the improvement of nutraceutical and sensorial features of sourdough bread. *Foods*, 9, 204.
48. Sung, W. C., Chiu, E. T., Sun, A., & Hsiao, H. I. (2020). Incorporation of chia seed flour into gluten-free rice layer cake: Effects on nutritional quality and physicochemical properties. *Journal of Food Science*, 85(3), 545-555.
49. Ahmad, N., Mohammad Zaki, N. A., & Nor Sham, N.N. I. (2021). Effects of flaxseed (*Linum Usitatissimum*) as fat mimetics on physicochemical and sensory properties of muffin. *Journal of Academia*, 9(2), 183-191.
50. Sunwar, R. (2022). Effect of flaxseed on the physiochemical and sensory quality of muffin as egg replacer. Doctoral thesis, Tribhuvan University, Kathmandu.
51. Azmi, A. (2019). A study on physicochemical and sensory characteristics of eggless yellow cake. *Indonesian Food Science and Technology Journal*, Doi:10.22437/IFSTJ.V2I1.6077.
52. Aslan, M., & Ertaş, N. (2020). Geleneksel kek formülasyonunda yumurta yerine nohut suyu kullanımı. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(1), 1-8.