arastirma.tarimorman.gov.tr/bursagida
ISSN 1303-3107
e-ISSN 2822-2873

Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi / Journal of Food and Feed Science - Technology 34:1-17 (2025/2) 10.56833/gidaveyem.1697469

Derleme Makale/Review Paper

Yağlı tohum küspelerinin gıda endüstrisinde kullanım olanakları

Utilization possibilities of oilseed meals in food industry

Burcu Gizem Ersan[1*], Aslı Yorulmaz[1]

[1]*Aydın Adnan Menderes Ünirsitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, AYDIN, TÜRKİYE*
(Yazar sıralamasına göre)
***ORCID ID:** 0009-0001-7752-1133, Gıda Mühendisi*
***ORCID ID:** 0000-0003-4446-6585, Prof. Dr.*
**Sorumlu yazar/Corresponding author: burcugizem.ersan@tarimorman.gov.tr*

Geliş Tarihi : 23.05.2024
Kabul Tarihi : 20.02.2025

Öz

Amaç: Yağlı tohumlar yağ endüstrisi için önemli olduğu kadar yan ürünleri de farklı endüstriler için önem arz etmektedir. Artan nüfus ve gıda kaynaklarının yetersiz kalması ile birlikte atık olan bu ürünlerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Günümüzde yağlı tohum küspeleri; unlu mamuller, içecekler, makarnalar, et ürünleri ve enerji barları gibi çeşitli üretim sektörlerinde kullanılmaktadır. Kullanıldıklarında ürünün protein, lif ve antioksidan içeriğini artırdığı ve ürünü sağlık açısından daha faydalı hale getirdikleri tespit edilmiştir. Bu çalışmanın amacı gıda endüstrisinde yağlı tohum küspelerinin muhtemel kullanım alanlarını değerlendirmektir.

Sonuç: Bu derlemede, yağlı tohum küspelerinin sağladığı yararlar, gıda endüstrisinde kullanım olanakları ve zorluklarına dair yapılmış çalışmalar literatür verileri kapsamında değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: yağlı tohum küspeleri; yağlı tohum kekleri; yan ürünler; gıda atıkları

Abstract

Objective: While oilseeds are important for the oil industry, their by-products can also be important for different industries. With a growing population and a shortage of food resources, it is necessary to make use of these waste products. Nowadays, oilseed meals are used in various production sectors such as baked goods, beverages, pasta, meat products, and energy bars. Their use has been shown to increase the protein, fibre and antioxidant contact of the product, making it more beneficial to health. The aim of this study was to evaluate the potential for the uses of oilseed meals in the food industry.

Conclusion: In this review, studies on the benefits of oilseed meals, the utilization and challenges of their use in the food industry were evaluated in the context of literature data.

Keywords: oilseed pomace, oilseed meals, oilseed cakes, by-products, food waste

1. Giriş

Yağlı tohumlar, yağ elde etmek için kullanılan ve beslenme açısından önemli olan bitki tohumlarını ifade eder. Yağlı tohum denildiğinde akla chia, kenaf, soya fasulyesi, susam, yer fıstığı, kabak çekirdeği, kaju, kolza ve keten gibi tohumlar gelmektedir (Usman vd., 2023; Zhang vd.,2023).

Yağlı tohumların çoğu kabaca %15 oranında yağ içermektedir ve bu yağ çıkarıldıktan sonra yüksek miktardaki yağlı tohum küspeleri ise atılmaktadır. Tohum küspelerinin değerlendirilmesi genellikle yetersiz kalmakta ve yan ürün olarak kabul edilmektedir. Atık olan yan ürünler mikrobiyal bozulmaya yatkın olmaları ve ekonomik zorlukları nedeniyle çevre ve sağlık açısından endişe vericidirler. Bu yan ürünler diyet lifi, proteinler, antioksidan ve fitokimyasal bileşikler gibi sağlığa faydalı olan değerli bileşikler açısından zengindir (Nevara vd., 2022).

Yağlı tohum küspelerinin olası değerlendirme yöntemleri arasında hayvanlar için yem, kompost; enzim, antibiyotik ve yüzey aktif madde üretiminde substrat ve yeni geliştirilmiş fonksiyonel ürünlerde bileşen olarak değerlendirilme yer almaktadır (Petraru vd., 2021).

Gıda sanayiinde her yıl milyarlarca ton tarımsal ürün artığı oluştuğu ve bunların çok bulunan, yenilebilir ve ucuz kaynaklar olduğu ifade edilmiştir (Öztürk ve Ova, 2016). Bu yan ürünlerin kullanımı, döngüsel ekonomi kavramının ve etkin atık kullanımının başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesine izin vermektedir (Petraru vd., 2021).

Yağlı tohumların gıda sanayiinde işlenmeleri sırasında açığa çıkan yan ürünlerinin değerlendirilebilmesi için yapılan araştırmalar ise son zamanlarda hız kazanmıştır (Öztürk ve Ova, 2016).

2. Yağlı tohumlar

Yağlı tohumlar çeşitli makro besinler (yağ, protein, karbonhidrat ve lif) ve mikro besinler (mineraller, vitaminler ve fitokimyasallar) açısından zengindir. Fitokimyasalların varlığı, antioksidan aktiviteyi sağladıkları için bağışıklığı artırmaya ve iltihaplanmayı azaltmaya yardımcı olurken, minerallerin varlığı enzimatik ve metabolik süreçlere yardımcı olabilmektedir (Usman vd., 2023).

3. Yağlı tohum küspeleri

Ham tohumlar işlenerek yağ elde edilir, bu presyon ve ekstraksiyon sonrasında elde edilen önemli yan ürünler ise yağlı tohum küspeleridir (Sunil vd., 2016; Singh vd., 2022).

Tohumlardan yağ çıkarmak için iki geleneksel yöntem bulunmaktadır. Bunlar solvent ekstraksiyonu ve preslemedir. “Küspe” terimi organik çözücülerle yapılan yağ uzaklaştırma işlemi uygulandığında kullanılırken, “kek” terimi ise doğrudan ekspeller tarafından elde edilmiş olan yan ürünlerde kullanılmaktadır (Hadidi vd., 2024).

Yan ürün olan kekler, yenilebilir ve yenilebilir olmayan şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Yenilebilir olanları (yer fıstığı, soya fasulyesi, ayçiçeği, kolza tohumu, pamuk tohumu, keten tohumu, aspir ve mısır) yüksek besin değerlerine sahip olduğundan işlenmiş bileşenler (protein konsantresi, hidrolizatı, izolatı), bir substrat (yüzey aktif maddelerin, biyoaktif bileşiklerin, antibiyotiklerin, enzimlerin, vitaminlerin, aromaların, pigmentlerin ve aminoasitlerin üretiminde) ve antioksidan kaynağı olarak kullanılabilmektedir (Ancuta ve Sonia, 2020; Petraru vd., 2021; Nevara vd., 2022; Zhang vd., 2023).

Bebek ürünlerine, unlu mamullere ve çok amaçlı takviyelere eklenerek yetersiz beslenmenin önlenmesinde, zengin besin içeriğinden ve düşük maliyetli olma avantajlarından dolayı sağlıklı gıdaların hazırlanmasında kullanılmaktadır (Sunil vd., 2016; Ancuta ve Sonia, 2020; Singh vd., 2022).

Yenilebilir olmayanlar ise (karanja, mauha, hint tohumu) toksik bileşiklerin varlığından dolayı gübre olarak kullanılabilmektedir (Ancuta ve Sonia, 2020).

Bazı yağlı tohum kekleri, antibesinsel bileşiklere (pepsin ve tripsin inhibitörleri, fitatlar, tanenler gibi) sahiptir ve bu bileşikler vücuttaki biyoyararlanımı azaltabilmektedir. Antibesinsel bileşiklerin konsantrasyonu ve aktivitesi az olduğundan ve insan tüketiminde lezzetli hale getirmek için ısıl işlemle inaktive edilebilmektedirler (Sunil vd., 2016).

3.1. Soya fasulyesi küspesi

Gıdada ve diğer sektörlerde farklı uygulamalarda kullanılabilen protein, esansiyel aminoasitler, diyet

lifleri, fenolik bileşikler, yağ, mineral, izoflavon ve antioksidan aktiviteye sahip fitokimyasallar açısından yüksek derecede kaliteli bir yan üründür (Zamindar vd., 2017; Abedini vd., 2021). Treonin, lizin ve triptofan gibi aminoasitler için mükemmel bir kaynaktır ancak metiyonin bakımından fakirdir (Ramachandran vd., 2006).

Soya fasulyesi kekinde (SFK) kuru madde (KM), ham protein (HM), karbonhidrat, ham lif (HL) sırasıyla %90,3, %51,8, %23,6 ve %17,8 olarak rapor edilmiştir (Singh ve Pandey, 2009; Abedini vd., 2021). SFK diğer yağlı keklere göre daha iyi enerji ve protein kaynağıdır fakat lif içeriği diğerlerine göre daha düşüktür (Singh ve Pandey, 2009; Singh vd., 2022).

SFK, sindirilebilirliğin yüksek olması ve lezzetli olmaları nedeniyle gıda ve yem ürünleri için en yaygın kullanılan üründür. Balık ve et proteini ikamelerinin yanı sıra iyi bir protein takviyesidir. Unlu mamullerde, protein izolatlarında ve konsantrelerinde, soya proteininde, unlarda, ekstrüde atıştırmalıklarda ve fermente ürünlerde bir bileşen olarak kullanılabilmektedir (Singh ve Pandey, 2009; Singh vd., 2022).

Luján-Rhenals vd. (2013) soya fasulyesi küspelerini seyreltik asit ile muamele ederek protein miktarlarını ve fermente edilebilir şekerleri geliştirmişlerdir. Küspeyi çeşitli konsantrasyonlarda (%0,5-2,0) ve sürelerde (1-16 saat) sülfirik asit ile hidrolize etmişlerdir. Maksimum protein içeriğini %1,2-1,7 konsantrasyonda, 1-2,6 saat arasında hidrolize olması sonucu elde etmişlerdir. En yüksek fermente edilebilir şekeri ise %2 konsantrasyon ve 6 saat hidrolize ederek sağlamışlardır. Protein ve şekerin ikili maksimum verimini ise %0,9-1,9 konsantrasyonları ve 1-4 saat hidroliz sonucu elde edilebileceği sonucuna varmışlardır.

Kim vd. (2002) soya fasulyesi küspesinin oligosakkarit kaynağı olarak kullanımını araştırmışlardır. Çeşitli koşullar altında soya fasulyesi küspelerinden oligosakkaritleri ekstrakte etmişlerdir. Ekstraksiyon için optimum koşulların; 65°C'de, 5:1 su/soya küspesi oranında oluştuğunu bulmuşlardır. Karıştırma işleminin oligosakkaritlerin ekstrakte edilebilirliğini artırabileceği, tek başına su kullanmaktansa %10 etanol/su çözeltisinin daha iyi bir ekstraksiyon sağlayacağı vurgulanmıştır. Oligosakkaritleri saflaştırmak için ultrafiltrasyon kullanılmıştır. Hacim konsantrasyon oranının %5 olması; %38,6 oranında fruktoz, %51,4 sukroz, %4,2 rafinoz ve %52,6 oranında stakioz ile ekstraktlardan %90'dan fazla proteinin uzaklaştırılması için en etkili koşul olduğu belirtilmiştir. Bu bulgular doğrultusunda, farklı ekstraksiyon teknikleri kullanılarak soya fasulye küspelerinin protein ve oligosakkaritler gibi faydalı bileşiklerin ekstraksiyonu için hammadde olarak kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır (Nevara vd., 2022).

3.2. Susam küspesi

Susam tohumu keklerinde (STK) KM, HP, ham lif değerleri sırasıyla %93,20, %47,37, %12,28 olarak rapor edilmiştir. Kuru maddede aminoasit seviyelerine bakılacak olursa, en yüksek glutamik asitin en düşük ise triptofanın bulunduğu görülmektedir (Abedini vd., 2021). Doymamış yağ asitleri, vitamin E, protein, diyet lifleri, mineraller ve fenolik bileşikler açısından zengindir (Nouska vd., 2024). Yüksek miktarda içerdiği lignandan (sesamol, sesamin, sesamolin, sesaminol diglukozid ve sesaminol triglukozid) dolayı iyi bir antioksidan kaynağıdır ve lipid oksidasyonuna karşı koruyucudur (Sunil vd., 2014; Nouska vd., 2024). Kolestrol seviyesini düşürücü etkisi bulunmakla birlikte, obezite ve hiperglisemiyi de önleyebilmektedir (Sarkis vd., 2014; Sunil vd., 2016).

Mohdaly vd. (2011) susam keki ekstraktının ayçiçeği yağı ve soya fasulyesi yağını stabilize etmedeki antioksidan aktivitelerini ve koruyucu etkilerini test eden bir çalışma yapmışlardır. Bu ekstraktın hidrolitik stabiliteyi artırarak, çift bağ konjugasyonunu inhibe edip yağın termal bozulmasını engellediği ve bu yağları çok iyi bir şekilde stabilize edebildiği sonucuna varmışlardır.

Nascimento vd. (2011) yarı-yağlı susam keki (YYSK) (%0-20) ve mısır irmiği karışımlarını ekstrüdere besleyerek, ekstrüdatların özelliklerini incelemişlerdir. YYSK ilavesi ekstrüdatların protein, kül ve yağ içeriğini artırırken karbonhidrat içeriğini ise azaltmıştır. Duyusal kabul edilebilirlik ve besinsel açıdan, %20 YYSK ilavesinin kullanılabilir olduğunu rapor etmişlerdir.

Essa vd. (2015) STK'de protein ekstraksiyonu gerçekleştirilmesi üzerine çalışmalar yapmışlardır. Bu proteinlerin insan beslenmesi ve gelecekteki besin takviyeleri için değerli bir kaynak olduğunu kabul etmişlerdir.

3.3. Pamuk küspesi

Yağlı tohum endüstrisinde, dengeli aminoasit profili ve %45-55 oranında protein içeriğine sahip olan pamuk tohumu küspesi de önemli yan ürün kaynaklarından biridir. Fakat polifenolik bir bileşik olan serbest ve/veya bağlı gosipolün varlığı bu küspenin gıda ve yem endüstrisinde kullanımını sınırlandırmaktadır (Dabbour vd., 2023). Bağlı halde bulunan gosipol toksik değildir fakat esansiyel aminoasit olan lizinin biyoyararlanımını ve besinsel değerini azaltır. Serbest halde bulunan hali ise zararlıdır ve toksisiteye yol açabilmektedir (Küçükyıldırım, 2024). Gosipol içeriği azaltıldığı takdirde pamuk tohumu unları ve protein konsantreleri unlu mamullerde, atıştırmalıklarda ve et ürünlerinde fonksiyonel ve besleyici katkı maddeleri olarak kullanılabilmektedir (Ma vd., 2017). Emülsifikasyon ve jel oluşturma özelliklerinin olması sebebiyle de gıda endüstrisinde kullanımı yaygınlaşmıştır (Küçükyıldırım, 2024).

3.4. Kanola küspesi

Kanola küspesi yüksek proteinli gıda bileşeni olma potansiyelinde olmakla birlikte protein içeriği %36-39 oranındadır (Zhang vd., 2017). Yüksek protein içeriğinden dolayı gıda endüstrisinde biyo-polimer dolgu maddesi, emülgatör, jel oluşumu ve ayrıca film üretimi için kullanılabilir ve reolojik özelliklerde iyileşmeye yol açabilir (Abedini vd., 2021). İyi bir aminoasit profiline sahip olmasına rağmen diğer bitkisel protein kaynakları gibi lizin bakımından sınırlıdır ancak metiyonin ve sistin açısından dikkat çekici bir kaynaktır (Thacker ve Kirkwood, 2017). Gıda endüstrisinde kullanımını sınırlayan diğer bir faktör de antibesinsel içeriğinden dolayı işlendiği gıdanın organoleptik kalitesini olumsuz etkilemesidir. Bu faktör kaldırıldığında ya da kabul edilebilir bir düzeye indirildiğinde insan tüketimi için uygun bir protein kaynağı olarak kullanılabilir (Alashi vd., 2013). Selenyum ve fosfor içeriği yönünden önemli bir küspedir (Thacker ve Kirkwood, 2017). Fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitelerine dayalı olarak sağlık açısından (örneğin antikanser, yaşlanma karşıtı vb.) faydalı olduğu yapılan araştırmalarla kabul edilmiştir (Obied vd., 2013).

Wanasundara vd. (2016), kanola keki proteininden bitki proteini kaynağı olarak yapılan protein ekstraksiyonuyla ilgili bir çalışmada, bu proteinin gıdalardaki yüksek emülsifiye edici özelliklerinin yanı sıra yenilenebilir biyopolimerler ve ambalajlar gibi gıda dışı uygulamalarda da yüksek potansiyele sahip olduğunu göstermiştir.

3.5. Mısır küspesi

Mısır yan ürünleri çoğunlukla düşük ekonomik değere sahip olan hayvan yeminde kullanılmaktadır (Jiao vd., 2022). Mısır küspesi önemli miktarda ham protein (yaklaşık %20), yağ (%15- %20) ve lif içerdiğinden önemli bir kaynaktır (Matveeva vd, 2019; Jiao vd., 2022). Mısır küspesi unundaki proteinler çoğunlukla albümin ve globulinden oluşur ve esansiyel amino asitler bakımından dengelidir (Siddiq vd., 2009). Yaşlanma ve obezite karşıtı özellikleri bulunan önemli bir antioksidan kaynağı olmakla birlikte gıda bileşeni olarak kullanılma potansiyeline de sahiptir (Jiao vd., 2022).

Siddiq vd. (2009) yağı alınmış mısır tohum ununun gıdalarda daha fazla kullanılmasına yardımcı olmak için buğday unu ile karışımlarının fonksiyonel ve reolojik özelliklerini araştırmışlardır. Yağı alınmış mısır unu ilavesinin fonksiyonel özellikleri iyileştirdiği, su ve yağ emilimi ile emülsiyon kapasitelerini arttırdığı görülmüştür.

3.6. Yer fıstığı küspesi

Yer fıstığı kekinde (YFK) KM, HP ve ham lif (HL) sırasıyla %91,96, %25,61 ve %7,91 olarak bildirilmiştir (Abedini vd., 2021). Yüksek protein içeriği nedeniyle insanlar için önemli bir protein kaynağıdır (Qinzhu vd., 2018). Arjinin açısından zengin fakat esansiyel aminoasit olan lizin açısından fakirdir (Singh vd., 2022). Aminoasit bakımından en yüksek oranda glutamik asit bulunurken, en az oranda triptofan bulunmaktadır (Abedini vd., 2021). Yağ içeriğinin yüksek olması nedeniyle acılaşmayı önlemek için YFK'nin uygun biçimde işlenmesi ve depolanmasına dikkat edilmelidir (Nevara vd., 2022). YFK yüksek değerli besin bileşenlerine sahip olduğundan makarna ve kurabiye gibi unlu mamul kullanımında önemli yere sahiptir (Abedini vd., 2021).

Marchetti vd. (2017), YFK'nin düşük geçirgenliğe sahip vakumlu paketlerde bir yıl boyunca sıcaklıktan bağımsız olarak depolanmasının antioksidan kapasiteyi, kalitesini ve düşük küf-maya sayısını koruduğunu göstermiştir. Bu özelliklere dayanarak YFK'nin unlu mamul ve tahıl barları gibi ürünlerde bileşen olarak kullanılabileceği görülmüştür.

3.7. Ayçiçeği küspesi

Ayçiçeği tohumu kekindeki (ATK) KM, HP ve HL miktarları sırasıyla %90,17, %32,84 ve %23,61 olarak bildirilmiştir. Aminoasit açısından kuru maddede en çok bulunan glutamin, en az bulunan ise sisteindir (Abedini, 2021). Esansiyel aminoasitler (lisin, metiyonin, sistin, triptofan gibi), mineraller, B grubu vitaminleri, E vitamini, antioksidan ve protein açısından zengindir (Sumon vd., 2020; Petraru vd., 2021). ATK'de ana antioksidan bileşikler olarak kabul gören fenolik bileşikler, lipit oksidasyonundan kaynaklanan kötü tat ve toksik bileşiklerin oluşumunu önlediğinden, ATK yağlı gıdalara eklenebilmektedir (Wanjari ve Waghmare, 2015). Aynı zamanda antihipertansiyon, antitümör ve antibakteriyel gibi biyolojik özelliklere de sahiptirler (Vasudha ve Sarla, 2021).

3.8. Chia küspesi

Protein, diyet lifi ve omega-3 gibi faydalı bileşikleri nedeniyle fonksiyonel bileşen, takviye edici ürün gibi yeni gıda maddelerini formüle etmek için kullanım potansiyeline sahiptir (Nevara vd., 2022; Ferreira vd., 2023).

4. Yağlı tohum küspelerinin potansiyel gıda uygulamaları

Fonksiyonel gıdalar, içecek, süt ürünleri, unlu mamuller, şekerleme ve bebek maması pazarları da dahil olmak üzere birçok gıda kategorileri için kullanılabilmektedir. Fonksiyonel bileşen olarak daha az kullanılan yağlı tohum küspelerinin kullanımı giderek daha fazla ilgi çekmektedir (Nevara vd., 2022).

4.1. Unlu mamullerde kullanımı

Diğer fonksiyonel gıdalar arasında glutensiz seçeneklerin en büyüğü bu üretim alanındadır. Bu yüzden protein ve lif bakımından zengin olan yağlı tohum küspeleri kek, bisküvi, ekmek ve kurabiye gibi ürünlere eklenebilmektedir. Yetersiz beslenen insanların diyetlerine, bebek mamalarına takviye edici olarak dahil edilebilmektedir (Nevara vd., 2022).

Ogunronbi vd. (2009) keten tohumu kekinin (%10 ve %15) esmer ekmeğe ilave edilmesinin besinsel bileşimine, duyusal özelliklerine ve depolama stabilitesine etkisini araştırmışlardır. Kek ilaveli ekmeğin duyusal olarak kabul edilebilir olduğu, %10 kek ilave edilmiş ekmeğin biraz daha fazla beğenildiği sonucuna ulaşılmıştır. Keten tohumu kekinin içerdiği antioksidanlar sebebiyle de depolama stabilitesinin arttığı görülmüştür.

Reyes-Jaquez vd. (2012) mısır unu atıştırmalıklarını geliştirmek amacıyla pamuk tohumu küspesi eklemişlerdir. Küspe eklenmesiyle protein içeriği artmış, yağ içeriği ve su çözünürlük indeksi düşmüştür. Ayrıca atıştırmalıklara özgü çıtır yapı kazandırmıştır.

Behera vd. (2013) yer fıstığı ve soya fasulyesi keklerinin potansiyel kullanımları üzerine çalışma yapmışlardır. Bisküvilerde, buğday ununun %20 oranında yer fıstığı ve soya fasulyesi keki ile yer değiştirilerek kullanılması sonucunda, kalite kriterlerinin kabul edilebilir düzeyde olduğu, protein, diyet lifi ve polifenol içeriği ile protein sindirilebilirliğinin arttığı belirlenmiştir.

Bhise vd. (2014) SFK, ATK ve keten tohumunun, kurabiye hamuru hazırlamak için normal una iyi bir takviye olabileceğini öne sürmüş ve bu konuda araştırma yapmışlardır. Kurabiye hamuruna söz konusu materyallerden ayrı ayrı %10, %20, %30 ve %40 oranlarında eklenmiş ve duyusal kabul edilebilirlikle besinsel değerlerini karşılaştırmışlardır. İlave edilen miktar arttıkça protein ve lif miktarında artış görmüşlerdir. Tekstürel özellikler açısından %10 ilave edilmiş SFK, ATK ve keten tohumunun kendi içlerindeki diğer katkı seviyelerine ve kontrole kıyasla daha iyi sonuç verdiği, sonraki seviyelerde ise genel kabul edilebilirlikte düşüş olduğu görülmüştür. Hem duyusal özellikleri hem de besinsel değerleri açısından ortak değerlendirme yapıldığında %10 ilavenin başarılı sonuç verdiğini bildirmişlerdir.

Radocaj vd. (2014) tarafından kenevir pres keki ve kafeinsiz yeşil çay yaprakları ekleyerek glutensiz krakerlerin besinsel ve antioksidan özelliklerinin değerlendirilmesi için çalışma yapılmıştır. Kenevir unu eklenmiş örnekler eklenmemiş kahverengi pirinç unu krakerlerinden çok daha yüksek protein, ham lif, mineral ve esansiyel yağ asitleri içeriği göstermiştir. Karbonhidrat içeriği ise azalmıştır.

Pojić vd. (2015), ekmeğin kalitesini geliştirmek için farklı oranlarda (%5, %10 ve %20) kenevir ununu, buğday unuyla karıştırmış ve ekmek üzerindeki etkisini incelemişlerdir. %10'a kadar kenevir unu ilavesi hamurun reolojik özelliklerini bozmazken %20 oranındaki ilave bozmuştur. Eklenen bileşen ekmeğin besin değerini artırmış, protein ile makro ve mikro elementlerin daha fazla alınmasını sağlamıştır.

Martins vd. (2017) unlu mamullere SFK'nin eklenmesinin besinsel ve duyusal özellikler üzerine etkisini araştırmışlardır. SFK eklenmesi protein, mineral, lif içeriğini arttırırken, karbonhidrat miktarının azalmasına sebep olmuştur. Ekmeğe eklendiğinde duyusal özellikleri artırırken bisküvilere eklenmesi duyusal kabul edilebilirliği azaltmıştır.

Seth ve Kochhar (2017) YFK unu eklenmiş unlu mamullerin besinsel ve duyusal değerlendirmeleri için çalışma yapmışlardır. Pizza tabanı, çörek ve ekmeklere %5, %10 ve %15 oranında YFK unu eklenmiştir. İlave miktar arttıkça protein ve ham lif içeriğinin arttığı görülmüştür. Duyusal değerlendirme için kabul edilebilir ekleme düzeylerinin pizza tabanı ve çörekler için %10, ekmek için ise %15 olduğunu rapor etmişlerdir.

Silva vd. (2017) buğday unu ve soya küspesi ile hazırlanan farklı bisküvilerin besinsel, fonksiyonel ve duyusal özellikleri üzerine araştırma yapmışlardır. Soya küspesi ile hazırlanan bisküvilerin düşük karbonhidratlı, yüksek proteinli ve yüksek lifli olduğu, yüksek antioksidan aktivite ve izoflavon içerdiği ayrıca iyi bir duyusal kabul edilebilirlik gösterdiği belirlenmiştir.

El-Enzi vd. (2018) bisküvi yapımı için buğday ununa farklı ikame seviyelerinde (%20, %30 ve %40) STK unu ilave ederek bisküvinin besinsel ve yapısal özelliklerini araştırmışlardır. %20 STK ikamesinin, bisküvilerin duyusal özellikleri açısından en iyisi olduğu sonucuna varmışlardır. Aynı zamanda, yapılan ilave ile protein, ham yağ, lif ve kül içeriği artış gösterirken, karbonhidrat ve nem içeriğinde ise azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Prakash vd. (2018) STK ilavesi ile buğday unuyla yapılan bisküvilerin kalitesini arttırmaya yönelik çalışma yapmışlardır. Beyaz ve siyah susam kekini, bisküvilere %50 oranında eklemişler ve protein, yağ, ham lif, mineral oranında artış karbonhidrat oranlarında ise düşüş olduğunu belirlemişlerdir. Mikrobiyal kontaminasyonun azaldığı ve bisküvilerin depolanabilirliğinin arttığı görülmüştür. STK ilavesinin bisküvilerin besinsel ve işlevsel özelliklerini geliştirdiğini rapor etmişlerdir.

Grasso vd. (2019) buğday unu yerine ağırlıkça %18 ve %36 ATK unu ile zenginleştirilmiş bisküvilerin enstrümantal ve duyusal kalitesini değerlendirmek için çalışma yapmışlardır. ATK ununun ürüne dahil edilmesi, protein içeriğinin yanı sıra, ürünün fenolik içeriği ve antioksidan kapasitesini de önemli ölçüde arttırmıştır. Eklenen oran arttıkça bisküvilerin daha kahverengi görünümde ve sertlikte olduğu belirtilmiştir.

Gülseren (2019) badem, ceviz, ay çekirdeği, kabak çekirdeği, fındık ve kanola tohum küspelerinin (%0, %5, %10, %15 ve %20 oranlarında) kek üretiminde kullanımının etkilerini araştırmıştır. Ay çekirdeği ve kabak çekirdeği ilavesinde küspenin kabuk içeriğinden dolayı kek ürününün yapısal özelliklerini kötü etkilediği görülmüştür. Kanola ilavesi ise tat ve aroma açısından en az beğenilmiştir.

Guiotto vd. (2020), chia ununu (tam, yarı yağı alınmış ve yağı alınmış, müsilajlı veya müsilajsız), ekmekteki teknolojik kaliteye etkisini araştırmak amacıyla %5 ile %10 oranlarında eklemişlerdir. Karışımların su emme, hamur gelişme süresi ve stabilitesinin en yüksek değeri %10 chia unu ve müsilaj varlığında gerçekleştiği görülmüştür. Chia unu (%10) ilavesi ekmeğin teknolojik kalitesinde düşüşe sebep olmuştur. Chia unu (%5) ilavesi ve müsilaj varlığı ise ekmeğin teknolojik kalitesini arttırmıştır.

Grasso vd. (2020) buğday unu yerine %15 ile %30 oranlarında ATK unu eklenmesinin, muffin üzerine etkilerini araştırmışlardır. Ürüne bu unun ilave edilmesi protein ve kül içeriğini arttırmış, karbonhidrat oranını azaltmıştır. Pişme kaybını etkilememiş, muffin yüksekliğini ve gözenek yoğunluğunu arttırmış, esnekliğini ise azaltmıştır. %15 ilave yapılmış ürünlerin kontrol ürünlere göre daha yakın bir profil sergilediği görülmüştür.

Mas vd. (2020) yağsız chia küspe unu kullanarak kurabiyelerin antioksidan kalitesini artırmak için çalışma yapmışlardır. Chia ununu %5, %10 ve %20 oranlarında ekleyerek teknolojik ve duyusal özellikler incelenmiştir. Un ilavesinin renk haricinde teknolojik özellikleri etkilemediği fakat polifenol içeriğini ve in vitro antioksidan kapasitesini arttırdığını görmüşlerdir. Duyusal olarak %10 katkılı kurabiyelerin daha uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Martinez vd. (2021) kurabiyelerin besin değerini arttırmak için buğday unu ile yağsız keten, chia, susam ve haşhaş unlarını ikame etmişlerdir. İkame edilmiş ürünlerin teknolojik özelliklerini, besinsel bileşimini ve tüketici tarafından kabul edilebilirliklerini incelemişlerdir. İkame edilmiş

ürünlerin kontrol kurabiyelerine göre daha elastik davranış gösterdiği ve daha yüksek protein, lif, daha düşük karbonhidrat içeriğine sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Susam ve keten unu ilave edilen kurabiyelerin tüketici değerlendirmesi, kontrol kurabiyesine yakın sonuçlar vermiştir. Fakat chia ve haşhaş unu ilave edilen kurabiyeler en az olumlu değerlendirme almıştır.

Nassef vd. (2023) tost ekmeğinin besinsel değerlerini artırarak daha sağlıklı unlu mamul sunmak üzere çalışma yapmışlardır. Buğday ununun %5, %10, %15 ve %20 oranlarında yağsız chia tohum keki unu ile ikame edilmesinin etkilerini araştırmışlardır. Chia ununun eklenmesi tost ekmeği hamurunda su emilimini, hamur gelişme süresini, hamur stabilitesini ve elastikiyetini artırmış fakat yumuşama derecesini azaltmıştır. %20'ye kadar ilave yapılması ekmek kalitesinde küçük bir düşüşe sebep olsa da lif, aminoasit ve mineral açısından besinsel değeri arttırmıştır. Duyusal özelliklerin de kabul edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Suleman vd. (2023) farklı oranlarda (%3, %7, %10 ve %14) YFK unu eklenerek elde edilen kurabiyelerin besinsel, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerini araştırmak için çalışma yapmışlardır. Yer fıstığı unu oranı artıkça nem oranı azalırken ham protein, yağ, lif oranları, antioksidan ve mineral değerleri artmış, mikrobiyal yük ise azalmıştır. Beslenme değerleri ve mikrobiyolojik açıdan %14 YFK unu eklenmiş kurabiye daha iyi sonuç verirken, panelistlerin duyusal değerlendirmesine göre en iyi sonucun %3 oranında ilave yapılmış kurabiyede olduğu görülmüştür.

Shchekoldina ve Aider (2014) normal una %10 oranında ATK ilavesi sonucunda elde edilen pişmiş ekmeğin daha yüksek su emme ve yumuşama etkisiyle birlikte iyi bir duyusal kaliteye sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. Ancak hamur gelişme süresinin, stabilitesinin ve elastikiyetinin azaldığını belirtmişlerdir.

4.2. İçeceklerde kullanımı

Yağlı tohum küspelerinin, içerdikleri besinsel ve fonksiyonel özelliklerinden dolayı, içecek ürünleri de dahil olmak üzere, farklı gıda ürünlerinde ek bileşen olarak katıldıkları potansiyel uygulamaların büyük ilgi görmesine neden olduğu bildirilmiştir (Nevara vd., 2022).

Keten tohumu küspesi (%5, %10 ve %15 oranlarında), yeni bir kefir benzeri fermente içeceğin üretimi için bileşen olarak kullanılmıştır (Łopusiewicz vd. 2019). Laktik asit bakterileri ve mayanın herhangi bir takviye olmaksızın keten tohumu küspelerinde iyi geliştiği görülmüştür. Bu ilavenin laktoz intoleransı olan ve vegan tüketiciler tarafından fermente, süt ürünü olmayan yeni bir gıda olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Pap vd. (2020) enzimatik hidroliz kullanılarak kenevir tohum küspesinin değerlendirilmesi için çalışma yapmışlardır. Farklı özelliklere sahip tortu ve sıvı olarak iki fraksiyon elde edilmiştir. Sediment fraksiyonunun sıvılara göre daha yüksek potansiyele sahip önemli besin maddeleri (yağ, protein, kül, kannabinoidler, proantosiyanidinler) içerdiği belirlenmiştir. Fakat sediment fraksiyonda olanların uygulanmasının katı gıdalar (kraker, ekmek, gevrek ekmek) ile sınırlı olduğu, sıvı fraksiyonun ise çözünürlüğü daha fazla olduğu için içecek ürünlerinde kullanılabilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

4.3. Et ürünlerinde kullanımı

Kırmızı et bazlı işlenmiş gıdalar, pratik olmaları nedeniyle yaygın olarak tüketilmektedir (Nevara vd., 2022). Genel olarak bu ürünler obezite ve bazı kanser türleri riskini artıran yüksek kolesterol ve koroner kalp hastalığı ile yakından ilişkili olan yüksek doymuş yağ içeriği nedeniyle günümüzde sağlıksız olarak kabul edilmektedir (Nevara vd., 2022; Rabadán vd., 2021). Bu nedenle, zenginleştirilmiş et ürünleri üretmek için etin bir kısmını yağlı tohum proteini veya lif gibi bitki bazlı bileşenlerle değiştirerek daha sağlıklı ve yararlı hale getirilmeye çalışılmaktadır (Nevara vd., 2022).

Rhee vd. (2001) pamuk tohumu küspesi eklenen pişmiş etin antioksidatif özelliklerini incelemişlerdir. Yağlı kıymaya %3 oranında farklı pamuk küspeleri eklenmiş ve ürüne pişirme işlemi uygulanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde küspe eklenmesinin antioksidatif etki gösterdiği ve lipid oksidasyonunu belli bir oranda engellediği görülmüştür.

Turhan vd. (2006) dana köftesine %2,5, %5,0, %7,5 ve %10 oranlarında soya keki eklemişler ve bu dana köftelerinde, eklenen oranlarla birlikte pişirme kaybının azaldığını ve su tutma kapasitelerinin arttığını belirlemişlerdir.

Souza vd. (2015) kısmen yağı alınmış chia ununun ve soya proteinin hamburgerlere eklenmesinin, yağ asit bileşimi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Ekleme işleminin yağ asidi, ham protein, kül ve besin bileşiminin iyileştirilmesine etki ettiğini görmüşlerdir. Chia ilavesinin α-linolenik asit içeriğini arttırmak ve besin açısından dengeli gıda elde etmek için alternatif olabileceği sonucuna varmışlardır.

Naumova vd. (2017) zenginleştirilmiş kıyılmış yarı mamul et ürünleri geliştirmek için kenevir ununun (%5, %10 ve %15 oranlarında) kullanımını araştırmışlardır. Et ürününün %10'luk kısmı kenevir unu ile ikame edildiğinde, ürünün rengini değiştirdiğini ancak kabul edilebilir lezzet profilini koruduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca lipit içeriğini %22 oranında arttırmış ve magnezyum ve demir içeriklerini de iyileştirmiştir.

Izadkhasti vd. (2019) sosis ürününde, soya ve susam küspesini %2, %4 ve %6 konsantrasyonlarda buğday unu yerine ürüne eklemiş ve numunelerin fizikokimyasal, tekstürel ve renk özellikleri açısından kontrol grubu ile karşılaştırmışlardır. Bu küspelerin kullanımının, fizikokimyasal ve tekstürel özellikleri iyileştirdiği ve daha yüksek besin değeri verdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Zahari vd. (2020) çift vidalı eş-dönüşlü ekstrüder kullanarak yüksek nemli et türevleri üretmek için soya protein izolatının farklı seviyelerde (ağırlıkça %20, %40 ve %60) kenevir protein konsantresi ile ikamesini incelemişlerdir. %60'a kadar kenevir protein konsantresi içeren bir karışımın ekstrüde edilmesinin uygun olduğunu görmüşlerdir. Kenevir protein konsantresi, soya protein izolatına göre daha az su emmiş, daha yüksek denatüre etme sıcaklığına ihtiyaç duymuştur.

Rabadan vd. (2021) kuzu eti, yağ ve kıvam arttırıcı yerine çeşitli yağlı tohum küspeleri ve kabuklu yemişlerden elde edilen yağlar ve unlar kullanılarak geleneksel kuzu burgerlerin yeniden formüle edildiği bir çalışma yapmışlardır. Haşhaş ve chia tohumu küspeleri kullanıldığında, daha yüksek karbonhidrat içeriğine sahip düşük kalorili burgerler üretilmiştir. İlave yapılarak elde edilen burgerlerin geleneksel burgerlere kıyasla sağlık açısından daha faydalı fakat onlarla benzer fiziksel özelliklere ve tüketici tercihlerine sahip olduğunu gözlemlemişlerdir.

4.4. Noodle ve makarnada kullanımı

Fırıncılık, et ve içecek ürünlerinin yanı sıra, yağlı tohum küspeleri ile desteklenmiş makarna/noodle ürünleri de geliştirilebilmektedir (Nevara vd., 2022).

Zawawi vd. (2013), sarı buğday noodle formülasyonuna %25 ve %75 oranında kenaf tohumu küspesi unu ekleyerek, fizikokimyasal ve besinsel özelliklerine etkisini incelemişlerdir. İlave edilmiş ürünlerin daha yüksek lif ve kül içerdiğini, %75 oranında ilave edilmesinin ise kontrole kıyasla en yüksek toplam fenolik madde içerdiğini görmüşlerdir. Zenginleştirilmiş ürünlerin daha iyi pişirme kalitesinin olduğu fakat daha düşük renk ve sertlik değerlerine sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Mridula vd. (2015), makarna üretimi için YFK, havuç suyu ve buğday unu kombinasyonu üzerine çalışma yapmışlardır. Çalışmada 10 g, 15 g ve 20 g YFK; 14 ml, 22 ml ve 30 ml havuç suyu ve 80 g, 85 g ve 90 g un kullanılmıştır. YFK ve havuç suyu oranı en fazlayken üretilen makarnanın, en yüksek antioksidan aktiviteyle birlikte kabul edilebilir duyusal özelliklere sahip olduğu görülmüştür. Bileşenlerin eklenmesi makarnanın rengini iyileştirmiş, antioksidan ve protein içeriğini ise arttırmıştır.

Mridula vd. (2016) protein ve antioksidan aktiviteyi arttırarak makarnanın geliştirilmesi için YFK (10 g, 15 g ve 20 g), kırmızıbiber suyu (14 ml, 22 ml ve 30 ml) ve rafine buğday unu (80 g, 85 g ve 90 g) kullanmışlardır. YFK ve kırmızıbiber suyunun arttırılması antioksidan aktivite ve protein içeriğinin artmasına ve duyusal niteliklerin de gelişmesine neden olmuştur.

Teterycz vd. (2021) kenevir tohum küspesi (%2,5-%10) ve ununun (%5-%40) durum buğdayı makarnasının tekstür, duyusal nitelik, pişirme kalitesi ve fizikokimyasal özelliklerine etkisini incelemişlerdir. İlave edilmiş ürünlerde diyet lifi, yağ, protein ve kül miktarının arttığı görülmüştür. Un eklenmiş ürünlerin daha düşük granülasyon ve daha yüksek besin değeri gösterdiği sonucuna varılmıştır.

4.5. Diğer ürün türlerinde kullanımı

Norajit vd. (2011) pirinç unu ile kenevir tohumu tozu ve çeşitli seviyelerde (%0, %20, %30 ve %40) kenevir tohumu küspesi ilavesiyle ekstrüde edilmiş karışımlardan enerji barları hazırlamış, bu

ilavelerin fiziksel, kimyasal ve antioksidan özelliklere etkisini araştırmışlardır. Kenevir tozu miktarının artırılmasının pirinç/kenevir ekstrüdatlarının yığın yoğunluklarını artırdığını, fakat kenevir içermeyen pirinç ekstrüdatlarına (kontrol) kıyasla su emme indeksini azalttığını gözlemlemişlerdir. Zenginleştirilmiş ürünlerin fenolik ve flavonoid içeriğinin arttığı görülmüştür. %20 ilave edilen ürünlerin renk, tat ve genel kabul edilebilirlik açısından daha uygun olduğu sonucuna varmışlardır.

Sobczak vd. (2020) keten, hindistan cevizi, kabak ve ay çekirdeği küspelerinden fonksiyonel takviye olarak kullanılabilecek tabletler oluşturmuşlardır. Bu küspeleri bal tozu ve nişasta ile kaplayıp, dayanıklı bir ürün elde etmişlerdir. Uygun şekilde işlenmiş yan ürünlerin besin takviyesi olarak kullanılabileceğini göstermişlerdir.

5. Fonksiyonel bileşen ve substrat olarak kullanımı

Protein bileşeni, enzim, mantar, antibiyotik ve antimikrobiyal üretiminde substrat olarak ve antioksidan olarak yağlı tohum kekleri kullanılmaktadır (Paul vd., 2018).

5.1. Protein konsantresi / izolatı / hidrolizatı olarak kullanımı

2050 yılına kadar küresel nüfusun 9,7 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu yüzden besleyici, sürdürülebilir, uygun fiyatlı ve protein açısından zengin gıdalara ihtiyaç duyulacağı bilinmektedir (Hadidi vd., 2024). Hayvancılık yıllardır yüksek kaliteli proteinler için ana kaynak olmuştur fakat iklim değişikliği, arz talep dengesinin bozulması, kaynakların korunması, biyoçeşitlilik kaybı, yüksek maliyet gibi sebeplerden dolayı alternatif olan bitki bazlı protein kaynaklarına ilgi giderek artmıştır (Zhang vd., 2023; Hadidi vd., 2024).

Bitki proteinleri, antibakteriyel, antiinflamatuvar, antidiyabetik ve antioksidan özellikler gibi birçok sağlık yararı ile ilişkilendirilmiştir. Yaygın bitki protein kaynakları baklagiller (soya fasulyesi, bakla, bezelye, nohut vb.), tahıllar (buğday, pirinç, mısır, arpa vb.) ve tohumlardır (chia, keten, kabak, ayçiçeği, susam vb.). Yağlı tohum proteinleri, hayvansal proteinlere kıyasla daha düşük kronik hastalık riski taşımaktadır. Düşük maliyetleri ve sağlık açısından faydaları olmaları nedeniyle gıda endüstrisinde unlu mamuller, et ve süt ürünleri alternatifleri başta olmak üzere birçok çeşit ürün için protein kaynağı olabilmektedir (Zhang vd., 2023).

Yağlı tohum küspeleri protein konsantreleri (%30-%80 protein), protein izolatları (>%90 protein) ve protein hidrolizatları (proteinin hidrolize ürünü) hazırlamak için kullanılmaktadır. Protein izolatları, proteinin alkali ile çözündürülmesi, ardından asit kullanılarak izoelektrik çökelti elde edilmesi ve daha sonrasında yıkama ve kurutma işlemleri ile elde edilmektedir. Bu izolatlar enerji barları, protein içecekleri, dondurulmuş tatlılar, ekşi krema ve sosları, et ve peynir türevleri, ekstrüde ürünler, makarna, içecek tozları gibi ürünlerin zenginleştirilmesinde fonksiyonel bileşen olarak kullanılabilmektedir. Protein izolat hidrolizi sonrası protein hidrolizatı ortaya çıkmaktadır. Eğer uygun bir hidroliz yapılırsa gıda endüstrisinde kullanılabilmektedir. İzolatların uygun ve kontrollü hidrolizi yapıldığında, biyolojik aktiviteye sahip ve insan sağlığı açısından yararlı olan biyoaktif peptitler olarak bilinen özel bir protein parçası oluşmaktadır. Biyoaktif peptitler antioksidan, antitrombotik, hipokolesterolemik ve immünomodülatör aktivitelerinden dolayı sağlığa yararlıdır **(**Paul vd., 2018**)**.

Çiftçi (2018) yaptığı çalışmada fındık ve susam küspelerinden elde ettiği protein konstantrelerini, %5, %10, %15 ve %20 (w/w) oranlarında mayonez ve köfteye eklemiş ve fizikokimyasal ve duyusal etkilerini incelemiştir. Köpük oluşturma kapasitesi en yüksek susam proteininde bulunmuştur. Protein konsantresi (%5) ilavesinin mayonezdeki emülsiyon stabilitesini olumsuz etkilemediği görülmüş olup, yumurta yerine alternatif olabileceği sonucuna varılmıştır. Duyusal değerlendirmelerde ise %5 protein konsantresi ilave edilen ürünlerin panelistler tarafından daha yüksek skor aldığı gözlenmiştir.

Mohammed vd. (2018) ayçiçeği keki protein izolatının %0, %1, %3, %6 ve %9 oranlarında buğday ununa eklenerek yapılan buğday ekmeği kalitesi ve besin değeri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. %9 oranında yapılan ekleme, buğday ekmeğinin protein ve aminoasit içeriği bakımından besin değerini arttırmış, ekmek kalitesinde ise sadece küçük bir azalmaya sebep olmuştur. %1 katkılı ekmeğin panelistler tarafından kabul edilebilir olduğu ve kontrol ekmeğine göre tat ve doku açısından anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuşlardır.

Hammadde olarak yağlı tohum proteinlerinin kullanılmasında çeşitli sorunlarla karşılaşılmaktadır. Genellikle bir ya da daha fazla esansiyel aminoasit bakımından eksik olmaları, hayvansal proteinlerle karşılaştırıldıklarında; suda çözünürlük, stabilite, köpük oluşturma kapasitesi açısından daha zayıf özellik göstermesi, tat, lezzet, antibesin ve alerjen problemleri bu sorunlardan bazılarıdır. Bu sorunların çözümü için yağlı tohum proteinlerinin fonksiyonel özelliklerinin, lezzetinin iyileştirilmesi, çeşitli yollarla (öğütme, otoklav, ıslatma, mikrodalga, çimlendirme, enzimatik işlem ve fermantasyon) antibesin ve alerjenitenin azaltılması üzerine çalışmalar yapılması gerekmektedir (Zhang vd., 2023).

5.2. Enzim olarak kullanımı

Endüstriyel uygulamalarda enzimlerin önemli bir rolü bulunmaktadır. Substrat olarak yağlı tohum kekleri kullanılarak katı hal fermantasyonu ile enzimler üretilebilirler. Çünkü yağlı kekler besin, karbon ve nitrojen açısından zengin ve ucuz malzemelerdir **(**Paul vd., 2018; Ancuta ve Sonia, 2020). Üretilebilen enzimler arasında α-amilaz, fitaz, proteaz, L-glutaminaz, inülinaz, glukoamilaz, mannoz ve tannaz önemlidir (Ancuta ve Sonia, 2020; Usman vd., 2023). Üretimleri, inkübasyon süresine ve substratın pH'sına, nemine ve partikül boyutlarına bağlıdır (Ancuta ve Sonia, 2020).

Soya fasulyesi ve susam keki gibi farklı yağlı keklerde büyüyen bakteri ve mantar suşları kullanılarak katı hal fermantasyonunda proteaz enzimi üretilmiştir (Usman vd., 2023).

5.3. Mantar üretiminde substrat olarak kullanımı

Endüstriyel yan ürünlerin olası bir kullanım alanı da mantar yetiştiriciliğidir. Yağlı tohum küspelerinden katı hal fermentasyonu ile iyi bir antioksidan özelliğe sahip mantarlar üretilebilmektedir (Ancuta ve Sonia, 2020).

Yapılan çalışmalarda mantarlara yağlı tohum küspesi eklendiğinde verim artışı gözlemlendiği bildirilmiştir. Üretilen mantarlar; köriler, çorbalar gibi ürünlerin hazırlanmasında kullanılabilmektedir. Mantarlar iyi bir protein kaynağı olmakla birlikte B ve C vitaminleri, kalsiyum, selenyum ve antioksidan açısından da zengindir. Bu nedenle doğrudan ya da çeşitli gıda preparatlarında bileşen olarak kullanılabilmektedir (Paul vd., 2018, Usman vd., 2023).

5.4. Antibiyotik ve antimikrobiyal olarak kullanımı

Yağlı tohum küspesi, çeşitli antimikrobiyal ajanların ve antibiyotiklerin üretimi için kullanılan zengin bir substrattır. Ayçiçeği, soya fasulyesi ve susam yağlı tohum kekleri, klavulanik asit ve sefamisin C üretiminde katı hal fermentasyonu için substrat olarak kullanılmıştır (Paul vd., 2018, Usman vd., 2023).

Farzana vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada, yağlı tohum küspesini substrat olarak kullanılarak *Bacillus licheniformis* ile fermente edilip antibiyotik olan basitrasin sentezi gerçekleştirilmiştir. Soya fasulyesi küspesinde maksimum performans elde edilmiştir.

5.5. Antioksidan olarak kullanımı

Yağlı tohum kekleri, oksidatif stresi azaltarak kanser türlerini önlemeye yardımcı olan fenolik asitlerin, lignanların ve flavonoidlerin serbest, esterleştirilmiş ve yoğunlaştırılmış formlarını içermektedir (Ancuta ve Sonia, 2020). Bu antioksidanlar, süperkritik sıvı, mikrodalga destekli, ultrason destekli, solvent ve yüksek basınç işleme destekli ekstraksiyonlar ile elde edilmektedir (Paul vd., 2018). Ekstrakte edilen antioksidanlar, enerji barlarında, unlu mamullerde, içeceklerde ve ekstrüde ürünlerde fonksiyonel gıda bileşeni olarak kullanılabilmektedir. Soya kekinde antioksidatif aktiviteler izoflavonlar ve sinnamik asitten, yer fıstığı kekinde ise fenolikler, klorojenik ve kafeik asitlerden kaynaklanmaktadır. Fenolik bileşikler (sinapin, benzoik, klorojenik, fenolik asitlerin esterleri gibi) kolza tohumu, hindistan cevizi, ayçiçeği, susam ve pamuk keklerindeki başlıca antioksidanlardır (Paul vd., 2018; Ancuta ve Sonia, 2020).

6. Yağlı Tohum Küspelerinin Gıda Endüstrisinde Kullanım Zorlukları

6.1. Taze Küspelerin Bozulması

Yağlı tohum küspeleri yüksek besin değeri ve nem içeriğinden dolayı kolay bozulma eğilimindedirler. Doğal kurutma süresi, hava koşulları ve gereken süre nedeniyle etkisiz kalmakla birlikte ürünlerin işlenemeden çürümesine neden olmaktadır. Dondurarak kurutma, vakumlu kurutma, fırında kurutma, sürekli akışkan yatakta kurutma, sıcak hava kurutma ve tamburlu kurutma kullanılarak bu sorun çözülebilmektedir (Colletti vd., 2020; Nevara vd., 2022).

6.2. Antibesin İçeriği

Gıdalarda yağlı tohum küspeleri kullanımının sınırlı olma nedenlerinden biri olan antibesinler, mikro ve makro besinlerin sindirimini ve emilimini etkileyen ve vücut organlarının işlevleri üzerinde olumsuz etkileri olan maddelerdir. Bunlara örnek olarak tanenler, fitik asit, α-amilaz, tripsin inhibitörleri, antivitaminler ve saponinler verilebilir. Isıl işlem (kavurma, kaynatma, mikrodalgada, otoklav kullanımı) ve fermentasyon uygulaması antibesinlerin giderilmesi için kullanılabilecek basit tekniklerdir (Abedini vd., 2021; Nevara vd., 2022; Razavizadeh vd., 2022)

Embaby (2010) yaptığı çalışma ile kaynatma, kavurma, mikrodalga pişirme ve otoklavlama gibi çeşitli ısıtma işlemleriyle muamele edilen susam tohumları ve yer fıstığının bazı antibesin maddelerinin (fitik asit, lektin, tanenler, tripsin inhibitörü ve α-amilaz inhibitörü) ve in vitro protein sindirilebilirliğinin seviyelerini analiz etmiştir. Isıl işlem uygulamasının antibesinleri azalttığı ve yer fıstığı proteininin sindirilebilirliğini arttırdığını görmüştür.

Colletti vd. (2020) soya fasulyesindeki tripsin inhibitörlerini kavurma işlemiyle kısmen etkisiz hale getirilebileceğini belirtmişlerdir. Yağlı tohum küspelerindeki antibesinleri uzaklaştırmak için kullanılan ısı uygulamasının, proteinin yapısını ve çözünürlüğünü olumsuz yönde etkileyeceğini ve böylece sindirilebilirliklerini değiştireceğini belirtmişlerdir.

6.3. Potansiyel Alerjenite

Bitkisel proteinlerden kaynaklanan alerjenite, yağlı küspe kullanımını sınırlayan faktörlerden biridir (Nevara vd., 2022). Gıda proteinlerine karşı olumsuz bir bağışıklık reaksiyonu olan alerji birçok kişinin güvenliği ve sağlığı için tehlikelidir (Abedini vd., 2021). Örneğin, yer fıstığı ve soya fasulyesinden elde edilen proteinler, alerjik reaksiyonlara neden olan ana proteinleri (glisin ve β-konglisinin) içermektedir. Susam, ayçiçeği tohumları da alerjiye neden olmaktadır. Kenevir tohumunun ise diğer yenilebilir tohumlara göre daha az alerjik olduğu düşünülmektedir (Nevara vd., 2022).

Cabanillas vd. (2012), alkalaz ve aromazim hidrolizinin yer fıstığı proteini alerjenitesi üzerindeki etkisini incelemişlerdir ve IgE reaktivitesinde bir azalma bulmuşlardır.

Cabanillas vd. (2018) soya fasulyesindeki alerjeniteyi azaltmak için kullanılan ısıl işlemin ve basıncın etkilerini araştırmışlardır. Soya fasulyesinin IgE reaktivitesinin 30 dakikaya kadar kaynatmaya dirençli ve 60 dakika boyunca uygulandığında ise daha yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Isı ve basıncın birlikte kullanılmasıyla ise IgE ‘nin azaldığı görülmüştür.

Mamone vd. (2019) kenevir tohumu protein izolatının, önemli thaumatin benzeri protein ve lipid transfer proteini dahil olmak üzere bilinen tüm kenevir alerjenlerini ortadan kaldırabileceği sonucuna ulaşmışlardır. Gastrointestinal sindirimden sonra hiçbir protein parçasına rastlanılmamıştır. Sonuç olarak, kenevir tohumu protein izolatının hipoalerjenik gıdalar için bir bileşen olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Pi vd. (2021), ısıl işlem, fermantasyon, glikozilasyon, enzim katalizi, çimlenme, ışınlama ve yüksek hidrostatik basıncın soya fasulyesi alerjenleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Enzimatik bozunma, ısıl işlem, fermentasyon yöntemlerinin alerjeniteyi azalttığı görülmüştür. Fakat yüksek sıcaklık gibi uygulamaların, besin değeri kaybına ve zararlı maddelerin oluşumuna yol açabileceğini de belirtmişlerdir.

6.4. Mikotoksin varlığı

Mikotoksinler, insan ve hayvan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle endişe yaratmaktadır. Kalite kontrol sorunları, sıcak ve nemli iklim, uygunsuz depolama ve üretim koşulları, yağlı tohumlarda mantar gelişimini destekleyerek mikotoksin kontaminasyonuna yol açabilmektedir. Bu durum, yağ işleme sırasında elde edilen yağa, yağı alınmış küspeye ve yemlere bulaşmasına neden olmaktadır (Ji vd., 2024). Isıl işlem, ekstrüzyon pişirme, öğütme, demleme, amonyasyon ve ozonlama işlemleri uygulanarak mikotoksin seviyeleri azaltılabilmektedir (Bhat ve Reddy, 2017; Ji vd., 2024).

6.5. Tüketici tarafından kabul edilebilirliği

Yeni gıda ürünlerinin (özellikle yağlı tohum küspelerinden elde edilen bileşenleri içerenlerin geliştirilmesi) tüketici tarafından duyusal olarak kabul edilmeleri oldukça zordur. Besin değerlerinin iyileştirilmesine rağmen, çoğu tüketicinin yeni ürünleri denemeye istekli olmadığı unutulmamalıdır. Bu sebeple duyusal değerlendirme, yeniden formüle edilmiş ürünlerin

başarısı için çok önemli bir kriterdir (Nevara vd., 2022).

7. Sonuç

Gıda endüstrisinde yağ üretimi sonucu oluşan yan ürün atık miktarı son derece fazla olmakta ve atıklar etkin bir şekilde değerlendirilememektedir. Genellikle hayvanlar için yem olarak kullanılan bu yan ürünler, besin değerleri açısından zengindir. Çevre sağlığı ve atıkların geri kazanımı için bu ürünlerin kullanım olanaklarının araştırılması önem arz etmektedir. Gıda endüstrisinde; unlu mamuller, içecekler, et ürünleri ve makarnalar dahil olmak üzere çeşitli alanlarda kullanılabilmektedir. Kullanıldığı ürünlerde protein ve lif miktarında artış sağlarken, çoğu zaman karbonhidrat miktarında ise azalma sağlamaktadır. İçerdikleri antioksidanlardan dolayı sağlık açısından faydalıdırlar. Aynı zamanda fonksiyonel bileşen ya da bir substrat olarak kullanım imkanları da vardır. Enzim, antibiyotik, antimikrobiyal ve mantar üretiminde substrat olarak kullanılmakla birlikte keklerden elde edilen antioksidan ve proteinlerde ise bileşen olarak kullanılmaktadır. Antibesin içeriği ve alerjenite gibi endüstride kullanım zorlukları vardır. Keklerin kullanılana kadar bozulması ve kullanıldığı ürünün tüketici açısından kabul edilebilirliği de kullanım olanaklarını sınırlamaktadır. Fakat bu sorunlara gelecekte yapılacak çalışmalarla çözümler bulunabilmesi durumunda atık olan bu yan ürünlerin kullanımı çevre kirliliğine çözüm olacaktır ve gıda endüstrisinde de alternatif bir kaynak yaratılabilecektir.

8. References

Abedini, A., Alizadeh, A.M., Mahdavi, A., Golzan, S.A., Salimi, M., Tajdar-Oranj, B. ve Hosseini, H. (2021). Oilseed cakes in the food industry; A review on applications, challenges, and future perspectives. *Current Nutrition & Food Science, 2022, 18, 345-362.* https://doi.org/10.2174/1573401317666211209150147

Alashi, A.M., Blanchard, C.L., Mailer, R.J. ve Agboola, S.O. (2013). Technological and bioactive functionalities of canola meal proteins and hydrolysates. *Food Reviews International, 29:231–260.* https://doi.org/10.1080/87559129.2013.790046

Ancuta, P. ve Sonia, A. (2020). Oil press-cakes and meals valorization through circular economy approaches: A review. *Applied Science, 2020, 10, 7432.* https://doi.org/10.3390/app10217432

Behera, S., Indumathi, K., Mahadevamma, S.ve Sudha, M.L. (2013). Oil cakes – a by-product of agriculture industry as a fortificant in bakery products. *International Journal of Food Science and Nutrition , 2013; 64(7): 806–814.* https://doi.org/10.3109/09637486.2013.801405

Bhat, R. ve Reddy, K.R.N. (2017). Challenges and issues concerning mycotoxins contamination in oilseeds and their edible oils: Updates from last decade. *Food Chemistry 215 (2017) 425–437.* http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.161

Bhise, S., Kaur, A., Ahluwali, P. ve Thind, S.S. (2014). Texturization of deoiled cake of sunflower, soybean and flaxseed into food grade meal and its utilization in preparation of cookies. *Nutrition & Food Science, Vol. 44 Iss 6 pp. 576 – 585.* http://dx.doi.org/10.1108/NFS-01-2014-0002

Cabanillas,B., Pedrosa, M.M., Rodriguez, J., Muzquiz, M., Maleki, S.J., Cuadrado, C., Burbano, C. ve Crespo, J.F. (2012). Influence of enzymatic hydrolysis on the allergenicity of roasted peanut protein extract. *Int Arch Allergy Immunol 2012;157:41–50*

Cabanillas, B., Cuadrado, C., Rodrigues, J., Dieguez, M.C., Crespo, J.F. ve Novak, N. (2018). Boiling and pressure cooking impact on IgE reactivity of soybean allergens. *International Archives of Allergy and Immunology in press(1-2).* https://doi.org/10.1159/000485894

Colletti, A., Attrovio, A., Boffa, L., Mantegna, S. ve Cravotto, G. (2020). Valorisation of by-products from soybean (*glycine max* (L.) Merr.) processing. *Molecules 2020, 25, 2129.* https://doi.org/1010.3390/molecules25092129

Çiftçi, H.S. (2018). *Fındık ve susam posalarından üretilen protein konsantrelerinin gıda ürünlerinde değerlendirilmesi*. [Yüksek lisans tezi, Namık Kemal Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Dabbour, M., Hamoda, A., Mintah, B.K., Wahia, H., Betchem, G., Yolandani, Xu, H., He, R. ve Ma., H. (2023). Ultrasonic-aided extraction and degossypolization of cottonseed meal protein: Optimization and characterization of functional traits and molecular structure. *Industrial Crops &*

Products 204 (2023) 11726. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117261

El-Enzi, S.M., Andigani, N.M., Al-Tamimi, N.A. ve Gabr, G.A. (2018). Physico chemical and sensory evaluation of thefortified biscuits with sesame cake flour. *Asian Food Science Journal 5(4):1-8, 2018.* https://doi.org/10.9734/AFSJ/2018/45232

Embaby, H.E.S. (2011). Effect of heat treatments on certain antinutrients and in vitro protein digestibility of peanut and sesame seeds. *Food Science and Technology Research 17 (1):31–8*. https://doi.org/10.3136/fstr.17.31

Essa, R.Y., Elhady, R.R.A., Kassab, H. ve Ghazi, A. (2015). Isolation and charcteristizaten of protein isolated from sesame seeds (*Sesamum indicum*) meal. *Weber Agricultural Research & Management 2015; 1: 160-8*

Farzana, K., Shah, S.N., Butt, F.B. ve Awan, S.B.(2005). Biosynthesis of bacitracin in solid-state fermentation by Bacillus licheniformis using defatted oil seed cakes as substrate. *Pakistan J. Pharm. Sci.vol. 2005;55–57*. https:// doi.org/10.1002/jsfa.9542

Ferreira, D.M., Nunes, M.A., Santo, L.E., Machado, S., Costa, A.S.G., Alvarez-Orti, M., Pardo, J.E., Oliveria, M.B.P.P ve Alves, R.C. (2023). Characterization of chia seeds, cold-pressed oil, and defatted cake: An ancient grain for modern food production. *Molecules 2023, 28, 723.* https://doi.org/10.3390/molecules28020723

Grasso, S., Liu, S. ve Methven, L. (2020). Quality of muffins enriched with upcycled defatted sunflower seed flour. *LWT – Food Science and Technology 119 (2020)108893. h* https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108893

Grasso, S., Omoarukhe, E., Wen, Z., Papoutsis,K. ve Methven, L. (2019). The use of upcycled defatted sunflower seed flour as a functional ıngredient in biscuits. *Foods 2019, 8, 305.* https://doi.org/10.3390/foods8080305

Guiotto, E.N., Tomas, M.C. ve Haros, C.M. (2020). Development of highly nutritional breads with by-products of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Foods 2020, 9, 819.* https://doi.org/10.3390/foods9060819

Gülseren, M. (2019). *Çeşitli bitkisel soğuk pres atıklarının endüstriyel kek üretiminde kullanılması*. [Yüksek lisans tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Hadidi, M., Tan, C., Assadpour, E. ve Jafari, S.M. (2024). Oilseed meal proteins: From novel extraction methods to nanocarriers of bioactive compounds. *Food Chemistry 438(2024) 137971*. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137971

Izadkhasti, Z., Fazel, M. ve Abbasi, H. (2019). Effect of sesame and soybean meal mixture on physicochemical, textural properties of sausage. *Journal of Food Technology & Nutrition, 2019; 16(4): 33-44*

Ji, J., Wang, D., Wang, Y. ve Hou, J. (2024). Relevant mycotoxins in oil crops, vegetable oils, de-oiled cake and meals: Occurrence, control, and recent advances in elimination. *Mycotoxin Research (2024) 40:45–70.* http://dx.doi.org/10.1007/s12550-023-00512-3

Jiao, Y., Chen, H.D., Han, H ve Chang, Y. (2022). Development and utilization of corn processing by-products: A review. Foods 2022, 11, 3709. https://doi.org/10.3390/foods11223709

Kim, S., Kim, W. ve Hwang, I.K. (2002). Optimization of the extraction and purification of oligosaccharides from defatted soybean meal. *International Journal of Food Science and Technology 2003, 38, 337–342.* https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2003.00679.x

Küçükyıldırım, M. (2024). *Ekstraksiyon Yöntemlerinin Pamuk Tohumu (Çiğit) Proteini ve Gosipol içeriğine Etkisinin Araştırılması.* [Yüksek lisans tezi, Harran Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Lopusiewicz, L., Drozlowska, E., Siedlecka, P., Mezynska, M., Bartkowiak, A., Sienkiewicz, M, Zielinska-Blizniewska, H ve Kwiatkowski,P. (2019). Development, characterization, and bioactivity of non-dairy kefir-like fermented beverage based on flaxseed oil cake. *Foods 2019, 8, 544.* https://doi.org/10.3390/foods8110544

Lujan-Rhenals, D., Morawicki, R.O., Mendez-Montealvo, G. ve Wang, Y.J. (2013). Production of a high-protein meal and fermentable sugars from defatted soybean meal, a co-product of the soybean oil industry. *International Journal of Food Science & Technology, 2014, 49, 904-910.* https://doi.org/10.1111/ijfs.12384

Ma, M., Ren, Y., Xie, W., Zhou, D., Tang, S., Kuang, M., Wang, Y. ve Du, S. (2017). Physicochemical and functional properties of protein isolate obtained from cottonseed meal. *Food Chemistry 240 (2018) 856-862.* http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.08.030

Mamone, G., Picariello, G., Ramondo, A., Nicolai, M.A. ve Ferranti, P. (2019). Production, digestibility and allergenicity of hemp (*Cannabis sativa* L.) protein isolates. *Food Research International (Ottawa, Ont.) 115 (January):562–71.*

Marchetti, L., Romero, L., Andres, S.C. ve Califano, A.N. (2017). Characterization of pecan nut expeller cake and effect of storage on its microbiological and oxidative quality. *Grasas Aceites 68 (4), October–December 2017, e226.* http://dx.doi.org/10.3989/gya.0667171

Martinez, E., Garica-Martinez, R., Alvarez-Orti, M. Rabadan, A., Pardo-Gimenez, A. ve Pardo, J.E. (2021). Elaboration of gluten-free cookies with defatted seed flours: Effects on technological, nutritional, and consumer aspects. *Foods 2021, 10, 1213.* https://doi.org/10.3390/foods10061213

Martins, Z.E., Pinho, O., Ferreira, I.M.P.L.V.O. (2017). Food industry by-products used as functional ingredients of bakery products. *Trends in Food Science & Technology 67 (2017) 106e128.* http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2017.07.003

Mas, A.L., Brigante, F.I., Salvucci, E., Pigni, N.B., Martinez, M.L., Ribotta, P., Wunderlin, D.A. ve Baroni, M.V. (2020). Defatted chia flour as functional ingredient in sweet cookies. How do Processing, simulated gastrointestinal digestion and colonic fermentation affect its antioxidant properties? *Food Chemistry 316 (2020) 126279.* https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126279

Matveeva, J., Maslova, A. ve Bazhenova, T. (2019). Perspective of corn oilcake use in the flour products production . *14th International Scientific Conference, Jelgava.*

Mohammed, K., Obadi, M., Omedi, J.O., Letsididi, K.S., Koko, M., Zaaboul, F., Siddeeg, A. ve Liu,Y. (2018). Effect of sunflower meal protein isolate (SMPI) addition on wheat bread quality. *Journal of Academia and Industrial Research 6 (9).*

Mohdaly, A.A.A., Smetanska, I., Ramadan, M.F., Sarhan, M.A. ve Mahmoud, A. (2011). Antioxidant potential of sesame (*Sesamum indicum*) cake extract in stabilization of sunflower and soybean oils. *Industrial Crops and Products 34 (2011) 952-959.* https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.02.018

Mridula, C., Gupta, R.K., Khaira, H. ve Bhadwal, S. (2015). Groundnut meal and carrot fortified pasta: optimization of ıngredients level using RSM. *Proc. Natl. Acad. Sci., India, Sect. B Biol. Sci. (Apr–June 2017) 87(2):277–288.* https://doi.org/10.1007/s40011-015-0586-x

Mridula, D., Gupta, R.K., Bhadwal, S. ve Khaira, H. (2016).Optimization of groundnut meal and capsicum juice for protein and antioxidant rich pasta. *Agric Res (September 2016) 5(3):293–304.* https://doi.org/10.1007/s40003-016-0216-8

Nascimento, E.M.G.C., Carvalho, C.W.P., Takeiti, C.Y., Freitas, D.D.G.C. ve Ascheri, J.L.R. (2011). Use of sesame oil cake (*Sesamum indicum* L.) on corn expanded extrudates. *Food Research International 45 (2012) 434-443.* https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.11.009

Nassef, S.L., El-Hadidy, G.S. ve Abdelsattar, A.S. (2023). Impact of defatted chia seeds flour addition on chemical, rheological, and sensorial properties of toast bread. *Egyptan Journal of Agricultural Sciences 73(4):55-56.* https://doi.org/10.21608/ejarc.2023.174785.1008

Naumova, N., Lukin, A. ve Bitiutskikh, K. (2017). Organoleptıc evaluation of the quality of the enriched chopped semi-finished meat products. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov Series II Vol. 10 (59) No.2 – 2017.*

Nevara, G.A., Ibrahim, S.G., Muhammed, S.K.S., Zawawi, N., Mustapha, N.A. ve Karim, R. (2022). Oilseed meals into foods: an approach for the valorization of oilseed by-products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition 2023, No.23, 6330-6343.* https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2031092

Norajit, K., Gu, B.J., Ryu, G.H. (2011). Effects of the addition of hemp powder on the physicochemical properties and energy bar qualities of extruded rice. *Food Chemistry 129 (2011) 1919–1925.* https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.06.002

Nouska, C., Irakli, M., Palakas, P., Lytou, A.E., Bouloumpasi, E., Biliaderis, C.G. ve Lazaridou, A. (2024). Influence of sesame cake on physicochemical, antioxidant and sensorial characteristics of fortified wheat breads. *Food*

Research International 178(2024) 113980. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.113980

Obied, H.K., Song, Y., Foley, S., Loughlin, M., Rehman, A., Mailer, R., Masud, T. ve Agboola. (2013). Biophenols and antioxidant properties of Australian canola meal. *Journal of Agricultural and Food Chemisty, 5;61(38):9176-84.* https://doi.org/10.1021/jf4026585

Ogunronbi, O., Jooste, P.J., Abu, J.O. ve Merwe, B.V.D. (2009). Chemical composition, storage stability and effect of cold-pressed flaxseed oil cake inclusıon on bread quality. *Journal of Food Processing and Preservation 35 (2011) 64–79.* https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2009.00452.x

Öztürk, E. ve Ova, G. (2016). Yağlı tohum kabuklarının biyoaktif bileşen potansiyeli ve gıdalarda kullanımı. *Akademik Gıda 15(3)(2017) 315-321.* https://doi.org/10.24323/akademik-gida.345280

Pap, N., Hamberg, L., Pihlava, J.M., Hellström, J., Mattila, P., Eurola, M., Pihlanto, A. (2020). Impact of enzymatic hydrolysis on the nutrients, phytochemicals and sensory properties of oil hemp seed cake (*Cannabis sativa* L. FINOLA variety). *Food Chemistry 320 (2020) 126530.* https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126530

Paul, P.K., Mahawar, M.K., Mani, A., Abobatta, W. ve Panja, P. (Eds.). (2018). *Trends & prospects in food technology,processing and preservation.* Today and Tomorrow's Printers and Publishers.

Petraru, A., Ursachi, F. ve Amariei, S. (2021). Nutritional characteristics assessment of sunflower seeds, oil and cake. Perspective of using sunflower oilcakes as a functional ingredient. *Plants,10,2487.* https://doi.org/10.3390/plants10112487

Pi, X., Fu, G., Wu, Z. ve Cheng, J. (2021). Effect of processing on soybean allergens and their allergenicity. *Trends in Food Science & Technology 118 (2021) 316–327.*h https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.10.006

Pojic, M., Hadnadev, T.D., Hadnadev, M., Rakita, S. ve Brlek,T. (2015). Bread supplementation with hemp seed cake: a by-product of hemp oil processing. *Journal of Food Quality 38 (2015) 431–440.* https://doi.org/10.1111/jfq.12159

Prakash, K., Naik, S.N., Vadivel, D.,Hariprasad, P., Gandhi, D. ve Saravanadevi, S. (2018). Utilization of defatted sesame cake in enhancing the nutritional and functional characteristics of biscuits. *Journal of Food Processing and Preservation 2018; 42: e13751.* https://doi.org/10.1111/jfpp.13751

Qinzhu, Z., Yan-ling, C., Dong-xiao, S., Tian, B., Yang, Y. ve Shan, H. (2018). Process optimization and anti-oxidative activity of peanut meal Maillard reaction products. *LWT- Food Science and Technology 97 (2018) 573-580.* https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.025

Rabadan, A., Alvarez-Orti, M., Martinez, E., Pardo- Gimenez, A., Zied, D.C. ve Pardo, J.E. (2021). Effect of replacing traditional ingredients for oils and flours from nuts and seeds on the characteristics and consumer preferences of lamb meat burgers. *LWT- Food Science and Technology 136 (2021) 110307.* https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110307

Radocaj, O., Dimic, E. ve Tsao,R. (2014). Effects of hemp (*cannabis sativa* l.) Seed oil press-cake and decaffeinated green tea leaves (*camellia sinensis*) on functional characteristics of gluten-free crackers. *Journal of Food Science 79, 3, 2014.* https://doi.org/10.1111/1750-3841.12370

Ramachandran, S., Singh, S.K., Larroche, C., Soccol, C.R. ve Pandey, A. (2006). Oil cakes and their biotechnological applications – A review. *Bioresource Technology 98(2007) 2000-2009.* https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.08.002

Razavizadeh, S., Alencikiene, G., Vaiciulyte-Funk, L., Ertbjerg, P. ve Salaseviciene, A. (2022). Utilization of fermented and enzymatically hydrolyzed soy press cake as ingredient for meat analogues. *LWT - Food Science and Technology 165 (2022) 113736.* https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113736

Reyes-Jaques, D., Casillas, F., Flores, N., Andrade-Gonzales, I., Solis-Soto, A, Medrano-Roldan, H, Carrete, F ve Delgado, E. (2012). The effect of glandless cottonseed meal content and process parameters on the functional properties of snacks during extrusion cooking. *Food and Nutrition Sciences, 2012, 3, 1716-1725.* http://dx.doi.org/10.4236/fns.2012.312225

Rhee, K.S., Ziprin, Y.A. ve Calhoun, M.C. (2001). Antioxidative effects of cottonseed meals as evaluated in cooked meat. *Meat Science 58 (2001) 117-123.*

Sarkis, J.R., Michel, I., Tessaro, I.C. ve Marczak, L.D.F. (2014). Optimization of phenolics extraction from sesame seed cake. *Separation and Purification Technology 122 (2014) 506–514.* https://doi.org/10.1016/j.seppur.2013.11.036

Seth, K. ve Kochhar,A. (2017). Formulation and nutritional evaluation of baked products supplemented with partially defatted peanut flour. *Nutrition & Food Science, Vol. 47 No. 6, pp. 808-816.* https://doi.org/10.1108/NFS-12-2016-0188

Siddiq, M., Nasir, M., Ravi, R., Dolan, K.D. ve Butt, M.S. (2009). Effect of defatted maize germ addition on the functional and textural properties of wheat flour. *International Journal of Food Properties, 12: 860–870.*

Silva, F.O., Miranda, T.G., Justo, T., Frasao, B.S., Conte-Junior, C.A., Monteiro, M. ve Perrone, D. (2017). Soybean meal and fermented soybean meal as functional ingredients for the production of low-carb, high-protein, high-fiber and high isoflavones biscuits. *LWT - Food Science and Technology 90 (2018) 224–231.* https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.035

Singh nee'Nigam, P. ve Pandey, A. (Eds.). (2009). *Biotechnology for agro-industrial residues utilisation.* Springer Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9942-7

Singh, R., Langyan, S., Rohtagi, B., Khandelwal, A. ve Shrivastana, M. (2022). Protein for human consumption from oilseed cakes: A review. *Frontiers in Sustainable Systems* https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.856401

Sobczak, P., Zawislak, K., Starek, A., Zekiewicz-Sobczak, W., Sagan, A., Zdybel, B. ve Andrejko, D. (2020). Compaction process as a concept of press-cake production from organic waste. *Sustainability 2020, 12, 1567.* https://doi.org/10.3390/su12041567

Souza, A.H.P., Gohara, A.K., Rotta, E.M., Chaves, M.A., Silva, C.M., Dias, L.F., Gomes, S.T.M., Souza, N.E. ve Matsushita, M. (2015). Effect of addition of chia's byproduct in the composition of fatty acids in hamburgers through chemometric methods. *J Sci Food Agric 2015 Mar 30;95(5):928-35.* https://doi.org/10.1002/jsfa.6764

Suleman, D., Bashir,S., Shah, F.U.H., Ikram, A., Shahid, Z., Tufail, T., Khan, A.A., Ahsan, F., Ambreen, S., Raza,A. ve Mohamed, M.H. (2023). Nutritional and functional properties of cookies enriched with defatted peanut cake flour. *Cogent Food & Agriculture, 9:1, 2238408.* https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2238408

Sumon, M.M., Ahmed, K.U., Nuruddin,M.M., Hossain, A. ve Hussain,M.A. (2020). Comparative study on physicochemical composition of different genotypes of sunflower seed and mineral profile of oil cake. *The Agriculturists 18(2): 83-93 (2020).* https://doi.org/10.3329/agric.v18i2.51062

Sunil L., Prakruthi A., Prasanth Kumar P.K. ve Gopala Krishna A.G. (2016). Development of health foods from oilseed cakes. *Journal of Food Processing & Technology Volume 7, Issue 11, 1000631.* https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000631

Sunil, L., Appaiah, P., Kumar, P.K.P. ve Krishna,A.G.G. (2014). Preparation of food supplements from oilseed cakes. *Journal of Food Science and Technology 52(5).* https://doi.org/10.1007/s13197-014-1386-7

Teterycz, D., Sobota, A., Przygodzka, D. ve Lysakowska, P. (2021). Hemp seed (*Cannabis sativa* L.) enriched pasta: Physicochemical properties and quality evaluation. *Plos One 16(3): e0248790.* https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248790

Thacker, P. ve Kirkwood, R. (2017). *Non-traditional feeds for use in swine production.* (1st edition). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9780203711248

Turhan, S., Temiz, H. ve Sağır, İ. (2006). Utilization of wet okara in low-fat beef patties. *Journal of Muscle Foods 18 (2007) 226–235.* https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2007.00081.x

Usman, I., Saif, H., Imran, A., Afzaal, M., Saeed, F., Azam, I., Afzal, A., Ateeq, F., Shah, Y.A., ve Shah, M.A. (2023). Innovative applications and therepeutic potential of oilseeds and their by-products: an eco-friendly and sustainable approach. *Food Science & Nutrition 2023;11:2599-2609.* https://doi.org/10.1002/fsn3.3322

Vasudha, C. ve Sarla, L. (2021). Nutritional quality analysis of sunflower seed cake (SSC). *The Pharma Innovation Journal 2021; 10(4): 720-728.*

Wanasundara, P., McIntosh, T., Perera, S., Withana-Gamage, T. ve MitraP.(2016). Canola/rapeseed protein-functionality and nutrition. *OCL 2016;23: p. (4)D407.*

Wanjari, N ve Waghmare, J. (2015). Phenolic and antioxidant potential of sunflower meal. *Advances in Applied Science Research, 2015, 6(4):221-229.*

Zahari, I., Ferawati, F., Helstad, A., Ahiström, C., Östbring, K., Rayner, M. ve Purhagen, J.K. (2020). Development of high-moisture meat analogues with hemp and soy protein using extrusion cooking. *Foods 2020, 9(6), 772.* https://doi.org/10.3390/foods9060772

Zamindar, N., Bashash, M., Khorshidi, F., Serjouie, A., Shirvani, M.A., Abbasi, H. ve Sedaghatdoost, A. (2017). Antioxidant efficacy of soybean cake extracts in soy oil protection. *Journal Food Science and Technology. 54(7): 2077-2084.* https://doi.org/10.1007/s13197-017-2646-0

Zawawi, N., Gangadharan, P., Ahma Zaini, R., Samsudin, M.G., Karim, R. ve Maznah, I. (2013). Nutritional values and cooking quality of defatted Kenaf seeds yellow (DKSY) noodles. *International Food Research Journal 21(2): 603-608 (2014)*

Zhang, B., Liu, G., Ying, D.,Sanguansri, L. ve Augustin, M.A. (2017). Effect of extrusion conditions on the physico-chemical properties and in *vitro* protein digestibility of canola meal. *Food Research International 100 (2017) 658 – 664.* http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.060

Zhang, M., Wang, O., Cai, S., Zhao, L. ve Zhao., L.(2023). Composition, functional properties, health benefits and applications of oilseed proteins: a systematic review. *Food Research International 171(2023) 113061.* https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113061