

CHİA TOHUMU İLAVESİNİN EKMEĞİN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

THE EFFECT OF CHIA SEED ON SOME QUALITY CHARACTERISTICS OF BREAD

Raciye MERAL

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 65080, Van-Türkiye.

ORCID: 0000-0001-9893-7325

Özet

Bu çalışmada, ekmek bileşimine üç farklı seviyede (% 1.5, 3 ve 4.5) chia tohumu eklenmiş, ve chia tohumunun hamur reolojisi, ekmek yapım özellikleri üzerine etkisi ve ekmeğin fiziksel özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışma esnasında unların su kaldırma kapasite değerlerinin % 56.4-63.6 arasında, gelişme sürelerinin 5.15-6.78 dk arasında değiştiği belirlenmiştir. Spesifik hacim değerleri 3.84-4.45 cm³/g arasında değişmiş ve chia tohumu katkısı spesifik hacim değerinde kontrole kıyasla önemli bir artış sağlamıştır. Depolamanın 4. gününde yapılan tekstür analizine göre, chia tohumu katkılı ekmeklerin sertlik değeri kontrole kıyasla düşmüştür. Ekmeklerde toplam flavanoid içeriği 0.12-1.12 mg KE/100 g arasında değişmiştir. Chia tohumunu içeren tüm ekmeklerde toplam flavanoid miktarı kontrole göre önemli bir artış göstermiştir. Çalışma sırasında antioksidan özelliğe sahip ekstraktlar beş farklı konsantrasyonda reaksiyon ortamına eklenerek, konsantrasyona bağlı DPPH inhibisyon oranı belirlenmiştir. Chia tohumu katkılı ekmeklerin DPPH radikalini % 49 ile 59 oranında inhibe ettiği saptanmıştır. Kontrol ekmeğinde 1.05 µmol Trolox/g olan TEAK değeri, chia tohumu katkılı ekmeklerde sırasıyla 2.20, 3.09 ve 3.95 µmol Trolox/g olmuştur. HPLC analizleri sonucunda elde edilen verilere göre ekmeğe ilave edilen bileşenler, ekmeğin fenolik profilini değiştirmiştir. Kontrol ekmeğinde 0.065 ve 14.24 mg/100 g olan gallik asit ve kateşin miktarları, % 4.5 chia tohumu içeren ekmeklerde sırasıyla 3.20 ve 24.62 mg/100 g olmuştur.

Anahtar kelimeler: Antioksidan, ekmek, chia tohumu

Abstract

In this study, three different levels of chia seeds (1.5, 3, and 4.5%) were added to the bread formulation, and the effect of chia seeds on the dough rheology, bread making properties, and physical properties of bread was investigated. During the study, it was determined that the water holding capacity values of the flours varied between 56.4-63.6%, and the dough development time varied between 5.15-6.78 min. The specific volume increased from 3.84 to 4.45 cm³/g. The chia seed provided a significant increase in the specific volume compared to the control. According to the texture analysis performed on the 4th day of storage, the firmness value of bread including chia seed decreased compared to the control. Total flavonoid content in bread varied between 0.12-1.12 mg KE/100 g. The total amount of flavonoids in all bread containing chia seeds showed a significant increase compared to the control. During the study, extracts were added to the reaction medium at five different concentrations, and the concentration-dependent DPPH inhibition rate was determined. It was determined that bread including chia seeds scavenged the DPPH radical by 49 to 59%. The TEAC value, which was 1.05 µmol Trolox/g in the control bread, was 2.20, 3.09, and 3.95 µmol Trolox/g in the bread including chia seeds, respectively. According to the data obtained as a result of HPLC analysis, the components added to the bread changed the phenolic profile of the

bread. Gallic acid and catechin amounts, which were 0.065 and 14.24 mg/100 g in the control bread, were 3.20 and 24.62 mg/100 g, respectively, in the bread including 4.5% chia seeds.

Keywords: Antioxidant, bread, chia seed

1. GİRİŞ

Binlerce yıldır dünya üzerinde tüketilmekte olan ve insanoğlunun bilinen ilk gıda maddesi olan ekmek, günümüzde hala en fazla tüketilen gıda maddelerinin başında gelmektedir. Fiyatının diğer gıdalara göre ucuz olması, tok tutması ve kolay bulunabilmesi nedeniyle tüketim oranı oldukça yüksek olan ekmek, özellikle Türk toplumunun en temel gıda maddelerinden birisidir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2019 yılı istatistiklerine göre gıda ve alkolsüz içeceklerle yapılan harcamalarda en büyük payı % 19.4 ile et, balık ve deniz ürünleri alırken, bunu % 17.8 ile ekmek ve tahıllar takip etmiştir. (TÜİK, 2019). Toprak Mahsulleri Ofisi (TMO)'nin verilerine göre ise Türkiye, kişi başına günlük 333 g ve yıllık 121 kg ekmek tüketimi ile dünyada en çok ekmek tüketen ülkeler arasında bulunmaktadır (TMO, 2015).

Esas olarak buğday ununa uygun oranlarda su, tuz ve maya ilavesi ile hazırlanan hamurun fermente edilmesi ve pişirilmesi suretiyle üretilen ekmek, buğday proteinin lisince fakir olması nedeniyle, beslenmesi ekmek ağırlıklı olan kişilerde yetersiz beslenmeye neden olabilmektedir. Ekmeğin üretiminin basit ve maliyetinin nispeten düşük olması nedeniyle, zenginleştirilerek yetersiz beslenmenin daha sık rastlandığı düşük gelir grubundaki insanlara dağıtımı yaygın bir uygulamadır. Bu amaçla vitaminler, mineraller, protein ve/veya aminoasitler ekmeğe ilave edilmektedir. Diğer taraftan gelir seviyesi yüksek ülkelerde düşük kalorili ekmek üretimi ve günlük ekmeğimizin beslenmeden kaynaklı kanser, kalp-damar rahatsızlıkları gibi hastalıkları tedavi edici özelliğin kazandırılması gıda sanayi için önemle üzerinde durulan bir konu olmaya başlamıştır. Ekmeğin beslenmemizde önemli bir yere sahip olması, son yıllarda doğal gıda tüketimine yönelik eğilim ve her gün tükettiğimiz ekmeğin sadece doyurucu değil aynı zamanda sağlığı korucu etkiye sahip olup olamayacağı ve bir hastalığı tedavi edip edemeyeceği sorusu, ilgili araştırmacıları ekmeğe fonksiyonellik kazandırma çalışmalarına yöneltmiştir (Meral ve Doğan, 2012; Meral ve Erim Köse, 2019).

Chia (*Salvia hispanica* L.), Lamiaceae familyasına ait tek yıllık bir yağlı tohum bitkisidir (Rahman ve ark., 2017). Chia tohumu, yüksek antioksidan kapasitesi nedeniyle yeni izoflavon kaynağı olarak diyetlere dahil edilebilmektedir. Chia tohumlarında yüksek konsantrasyonlarda lipidler, proteinler, toplam diyet lifi, mineraller ve E vitamini bulunmaktadır (Zettel ve Hitzmann, 2018). Aynı zamanda, chia tohumlarının yüksek antioksidan potansiyeline sahip olduğunu ortaya koyan çalışmalar mevcuttur. (Kulczyński ve ark., 2019). Chia tohumunun sahip olduğu bu özellikler nedeniyle, unlu mamullerin üretiminde kullanımı artmaya başlamıştır. Bu bağlamda, bu çalışmanın amacı, chia tohumunun beslenmede önemli rol oynayan, günlük beslenme ihtiyacının önemli bir kısmını oluşturan unlu mamullerde kullanımını günümüz teknolojisine uygun olarak yaygınlaştırmak ve son ürünün fonksiyonelliği arttırmak amacıyla chia tohumunun hamur reolojisi ve ekmeğin bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkilerini araştırmaktır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

Çalışmada analitik saflıkta kimyasal maddeler (Sigma–Aldrich, St. Louis.MO. Amerika; Merck, Darmstadt, Almanya) kullanılmıştır. Ekmeklik un, Taşdemirler Un sanayinden (Van,Türkiye), chia tohumu piyasadan temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan chia tohumu, ekmek formülüne dahil

edilmeden önce laboratuvar tipi çekiçli değirmen (Pertem LM 120, İsveç) yardımıyla öğütülmüş ve partikül büyüklüğünün 0.5 mm' ye gelmesi sağlanmıştır.

2.2. Hamur yoğurma özelliklerinin belirlenmesi

Hamur yoğurma özellikleri AACC metod 54-21'e göre, bilgisayar destekli un test cihazı (Yücebaş Makine-ISO 9001 "DAS Certification LTD"-UKAS "Quality Management Accreditation", İzmir) kullanılarak yapılmıştır.

2.3. Ekmek yapımı

Ekmek yapımında Meral ve Doğan (2013) tarafından belirtilen metod kullanılmıştır. Kontrol grubu ekmeklerin yapımında kullanılan bileşenler ve kullanım miktarları Çizelge 1' de sunulmuştur.

Ekmek yapımı sırasında chia tohumu hamur formülüne % 1.5, 3 ve 4.5 oranında ilave edilmiştir. İlave seviyeleri ön denemelerle belirlenmiş ve ekmek tadını bozmayacak seviyeler seçilmiştir. Chia tohumu, una yer değiştirme prensibine göre eklenmiş, eklenen chia tohumu kadar un, formülden eksiltmiştir.

Unlara, hamur yoğurma testinde belirlenen su absorpsiyonunun % 2 eksiği kadar su eklenmiş ve stabilite değeri dikkate alınarak yoğurma yapılmıştır. Tartımı yapılan bileşenler, optimum süre yoğrulduktan sonra 30°C'de % 85-88 nisbi nem içeren fermentasyon kabinde 45 dk fermentasyona tabi tutulmuştur. Süre sonunda hamur, 200 g kesilmiş, kesilen hamur 10 dk tezgah üzerinde bekletilmiştir. Şekil verme makinesinde (Şimşek Labortechnik, Ankara) AACC (10-10B)'ye göre fitil şekline getirilen hamurlar 14.29*7.94 cm boyutlarındaki hamur tavalara (Teksan Makine A.Ş. Bursa) yerleştirilmiş ve ana fermentasyona tabi tutulmuştur. Fermentasyona, hamur yüksekliği tavanın 2 cm üstüne ulaşınca kadar devam edilmiştir. Fermente olan hamurlar konveksiyonel fırında (Özkesoğlu, İstanbul) 218°C'de 18 dk süreyle pişirilmiştir.

243

2.4. Fiziksel analizler

Piştirilen ekmekler soğutulduktan sonra ekmek hacimleri Dallmann (1958) tarafından bildirilen yöntemle göre belirlenmiştir. Sertlik analizi, TA.XT plus Texture Analyzer (TA.TX2. Stable Micro Systems Ltd., Godalming Surrey, İngiltere) kullanılarak 1. ve 4. günde yapılmıştır. Piştirilen ve 2.5 cm kalınlığında kesilen ekmek örneklerinin sertliği 35 mm çapındaki silindir başlık (P36/R) kullanılarak belirlenmiştir. Ekmek örneğini % 25 oranında sıkıştırmak için gerekli olan kuvvet, ekmeğin sertliği olarak ifade edilmiştir (Wang ve ark., 2002).

2.5. Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu

Ekmeklerin antioksidan özelliklerini, toplam fenolik asit, toplam flavanoid madde içeriğini belirlemek ve HPLC ile fenolik asit profilini ortaya koymak amacıyla fenolik bileşiklerin, örneklerden ekstraksiyonu yapılmıştır. Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunda Meral ve Doğan (2013) tarafından belirtilen yöntem kullanılmıştır. Toz haline getirilmiş 20 g örnek, falcon tüplerine alınmış, örnek üzerine 40 mL metanol eklenmiştir. Çalkalayıcıda (Heidolph Unimax 1010, Almanya) 3500 rpm de 22 sa bekletilen tüpler, daha sonra santrifüje (Hettich Universal 32 R, Almanya) alınmış ve 12000 g'de 15 dk süreyle santrifüj edilmiştir. Santrifüjleme sonrası süpernatant amber renkli bir şişeye alınmıştır. Bu işlemlere son süpernatant hacmi 100 mL oluncaya kadar devam edilmiştir. HPLC analizi için her ekstre 0.45 µ gözenek çapına sahip selüloz filtrelerden (Milipore) geçirilerek amber renkli viallere alınmıştır. Ekstrakte edilen örnekler analiz edilmeye kadar -20 °C de bekletilmiştir.

2.6. Toplam fenolik madde (TFM) tayini

Toplam fenolik madde konsantrasyonu Folin-Ciocalteu metodu kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla deney tüplerine 150 µL örnek ve 3 mL Na₂CO₃ (%2) konulmuştur. Yaklaşık 2 dk sonra tüplere, ultra saf su ile 1:1 oranında seyreltilmiş Folin-Ciocalteu belirtecinden 150 µL eklenmiştir. Bu karışım vorteks yardımıyla karıştırıldıktan sonra karanlık bir yerde ve oda sıcaklığında 45 dk bekletilmiştir. Bu süre sonunda spektrofotometrede 765 nm’de (T80 UV/VIS, PG Inst. Ltd.Şti, UK) okuma yapılmıştır. Toplam fenolik asit konsantrasyonu gallik asit ile oluşturulan kalibrasyon grafiğinden hesaplanmış ve sonuçlar , mg gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak ifade edilmiştir.

2.7. Toplam flavonoid (TF) içeriğinin belirlenmesi

Ekmek ekstraktlarından 1 mL alınarak deney tüpüne aktarılmıştı ardından % 10’ luk AlCl₃ (Metanol içinde) 1 mL eklenerek hızlıca karıştırılmıştır. Karanlık ortamda 10 dk bekletilen örneklerin absorbansı 510 nm’de (T80 UV/VIS, PG Inst. Ltd.Şti, UK) okunarak kuersetin standardı ile karşılaştırılmıştır. Flavonoid miktarı kuersetin eşdeğeri/g örnek cinsinden ifade edilmiştir (Mielnik ve ark., 2006).

2.8. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi

2.8.1. DPPH radikali temizleme özelliği

Antioksidan madde içeren ekstraktlar beş farklı konsantrasyonda (100, 250, 500, 750 ve 1000 µL) bir deney tüpüne alınarak son hacim metanol ile 1 mL’ ye tamamlanmıştır. Örnekler üzerine günlük olarak hazırlanan DPPH çözeltisi (% 0.004 metanol içinde) 3 mL eklenmiş ve vorteks de hızlıca karıştırılmıştır. Karıştırmayı takiben deney tüpleri karanlık bir ortamda 30 dk bekletilmiş ve spektrofotometre de (T80 UV/VIS, PG Inst. Ltd.Şti, UK) 517 nm dalga boyunda kontrol örneğine karşı (1m L metanol ve 3 mL DPPH çözeltisi içeren örnek) okuma yapılmıştır. Her örneğin radikal temizleme özelliği aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kontrol}}}$$

A_{kontrol}: DPPH çözeltisi ve metanol içeren numunenin absorbansı

A_{örnek}: DPPH çözeltisi ve örnek içeren numunenin absorbansı

Elde edilen % inhibisyon değerleri örneklerin miktarına karşı grafiğe geçirilmiştir.

2.8.2. Troloks eşdeğeri antioksidan aktivitesinin (TEAK) belirlenmesi

Troloks eşdeğeri antioksidan aktivitenin belirlenmesi için önce 2.45 mM potasyumpersülfat içeren 7 mM ABTS radikal çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözelti hazırlandıktan sonra pH’sı 7.4 olan tuzlu sodyum fosfat tamponu ile 734 nm’de 0.70±0.2 absorbans verecek şekilde seyreltilmiştir. Seyreltilen radikal çözeltisinden 3 mL bir deney tüpüne alınmış, üzerine antioksidan madde içeren örnek çözeltisi 50 µL eklenerek, vorteks de hızlıca karıştırılmış ve 6 dk sonunda 734 nm’ de okuma yapılmıştır. Aynı işlemler standart bir antioksidan olan troloks içinde yapılmış ve antioksidan aktivite değeri µmol Troloks eşdeğeri olarak ifade edilmiştir.

2.9. HPLC denemesi

Fenolik bileşiklerin HPLC ile ayrılmasında Meral ve Dogan, (2013a) tarafından belirlenen yöntem kullanılmıştır. Kromatografik ayırım, Agilent 1100 (Agilent, USA) HPLC sisteminde, DAD

dedektörü (Agilent, USA) ve 250*4.6 mm, 4µm ODS kolon (HiChrom, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Mobil faz olarak çözücü A Metanol-asetik asit-su (10:2:88), Çözücü B Metanol-asetik asit-su (90:2:8) kullanılmış ve Çizelge 2' sunulan gradient elusyon programı uygulanmıştır.

2.10. İstatistiksel analizler

İstatistiksel analizler, StatGraphics Centrium 15.1 ve CoStat istatistik programları programları kullanılarak yapılmıştır. Çoklu karşılaştırma testi olarak Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanıldı ve farklılıklar $P < 0.05$ seviyesinde belirlenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Hamur yoğurma özellikleri

Chia tohumu ilavesi ile hamur yoğurma özelliklerinde meydana gelen değişim Çizelge 3' de sunulmuştur. Su kaldırma kapasitesi, 500 konsistens çizgisine ulaşmak için ilave edilmesi gereken su miktarını ifade etmek için kullanılan bir deyimdir. Çalışma esnasında unların su kaldırma kapasite değerlerinin % 57.7-63.6 arasında değiştiği saptanmıştır. Chia tohumu unların su kaldırma kapasitesini önemli oranda artırmıştır. Su absorpsiyonunda meydana gelen bu artış, muhtemelen nişasta ve nişasta olmayan polisakkaritlerden ve chia tohumunun musilaj içeriğinden kaynaklanmaktadır. Chia tohumunun yüksek oranda su bağlama yeteneğine sahip olduğu bilinmektedir. Özellikle jelleştirici etkisiyle ön plana çıkan chia tohumu, yaklaşık 30-34 g diyet lifi içermektedir (Zettel ve Hitzmann, 2018).

Gelişme süresi (G.S) değeri, maksimum pik viskozitesine ulaşılması için gerekli olan sürenin ifadesidir. Unların gelişme sürelerini belirlemek için yapılan analiz sonucunda, gelişme süresi değerlerinin 4.97-6.78 dk arasında değiştiği belirlenmiştir. Chia tohumu ilavesiyle, gelişme süresinde önemli artış tespit edilmiştir ($P < 0.05$). Gelişme süresi unun kalitesinin bir göstergesidir. Bu değer de meydana gelen artış, unun daha kuvvetli olduğuna işaret eder (Wang ve ark., 2002). Chia tohumunun gelişme süresini uzatması, muhtemelen içerdiği liflerden kaynaklanmaktadır. Protein ilavesinin aksine, lif katkısının gelişme süresini uzatması, unun kuvvetlendiği anlamına gelmez. Lif katkıları içerdikleri hidroksil grupları nedeniyle yüksek oranda su bağlama yeteneğine sahiptirler. Gelişme süresinde chia tohumu ilavesinden kaynaklanan artış, liflerde bulunan hidroksil grupları ile gluten proteinlerinin suyu bağlamak için bir yarışa girmesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca lifler ile gluten proteinleri arasında oluşan interaksiyon, proteinin hidrasyonunu engeller ve dolayısıyla maksimum viskoziteye ulaşılması için daha uzun zaman ihtiyaç duyulur.

Mevcut çalışmada, 3.75-6.35 dk arasında değişen stabilite değerleri, ilave edilen chia tohumundan önemli oranda etkilenmiş ($P < 0.05$) ve chia ilavesi stabilite değerini önemli oranda düşürmüştür. Stabilite değerinde meydana gelen düşmenin, un içerisinde bulunan glutenin oransal olarak azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yoğurma tolerans indeksi (YTI) 41.04-89.75 aralığında değişmiş ve chia ilavesinin YTI değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). YTI değeri stabilite değeri gibi hamur dayanıklılığı hakkında fikir verir. Chia tohumu ilavesiyle, glutenin oransal olarak azalmasıyla YTI değerinde artış olduğu düşünülmektedir.

3.2. Fiziksel özellikler

Kontrol grubu ekmekler ile, chia tohumu ilave edilerek hazırlanan ekmeklerin fiziksel özellikleri Çizelge 4' de sunulmuştur.

Spesifik hacim değeri ekmekler için karakteristik bir özelliktir ve hamurun gaz tutma yeteneğine, fermentasyon özelliklerine, fırın sıçrama özelliklerine işaret eder. Bu çalışmada, spesifik hacim değerleri 3.84-4.45 cm³/g arasında değişmiştir. Chia tohumu, spesifik hacim değerinde kontrole kıyasla önemli bir artış sağlamıştır. Chia tohumu ilavesiyle spesifik hacimde, muhtemelen yağdan kaynaklanan bir artış meydana gelmiştir. Yağ ve benzeri katkılar ekmek formülasyonunda kullanıldıkları zaman bileşenlerin homojen karışmasına katkıda bulunurlar. Yağ, gaz hücrelerinin etrafını sararak hamurdan gaz kaçışını engellemekte böylece daha hacimli ekmek elde edilmesine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca yağların tazeliği koruyucu ve bayatlamayı geciktirici etkileri de mevcuttur (Elgün ve Ertugay, 1997).

Zhu & Chan, (2018) buğday ununun chia tohumu ile ikame edilmesinin, spesifik hacim değerini ilave seviyesine bağlı bir şekilde azalttığını ifade etmiştir. Öte yandan Kulczyński ve ark., (2019) buğday ununa chia tohumunun ilave edilmesiyle ekmek hacmini olumlu yönde etkilediğini ve hacim değerinde artış meydana geldiğini ortaya koymuşlardır. Adamczyk ve ark., (2021), bütün ve öğütülmüş chia tohumlarının %1 seviyesine kadar ilavesinin, kontrol örneğine kıyasla ekmek hacminde bir artışa yol açtığını belirlemiştir. Öğütülmüş chia tohumu ilavesinin artmasıyla (% 5'e kadar), elde edilen ekmeklerin özgül hacmi, kontrol numunesine benzer özellikler sergilediği bu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Ekmeklerin sertlik değerleri ekmeklerin pişirildikleri gün ve depolamanın dördüncü gününde Tekstür analiz cihazıyla belirlenmiştir. Sertlik değeri, kullanılan katkı maddelerinin depolama boyunca ekmeğin bayatlaması üzerine etkileri hakkında bilgi veren bir testtir. Çizelge 3'de ekmeklerin pişirildikleri gün ve 4 gün depolama sonunda elde edilen sertlik değerleri verilmiştir.

Ekmeklerin pişirildikleri gün sertliklerinin belirlenmesi sonucu elde edilen değerler 427-447 g arasındadır. Kontrol grubu ekmeklerin sertlik değeri 427 g dır. Depolamanın 1. gününde, ekmeklerin sertlik değerleri aralarında önemli farklılık belirlenmemiştir (P>0.05). Depolamayla birlikte sertlik değeri artmıştır. Kontrol grubu ekmeklerin sertlik değeri 1423 g olmuş ve chia tohumu ilaveli ekmeklerde, 4.gün sertlik değerleri 855-925 g arasında değişmiştir. Chia ilavesiyle ekmek sertliğinde önemli azalma meydana gelmiştir. Sayed-Ahmad ve ark., (2018) tarafından yapılan çalışmada da ekmek sertliğinin chia tohumu ilavesiyle azaldığı belirlenmiş ve bu sonuçlar chia tohumunda bulunan hidrokolloidlerin (müsilağ) varlığına bağlanmıştır. Benzer şekilde Adamczyk ve ark., (2021) chia ilavesi ile ekmek sertliğinde düşme meydana geldiğini ifade etmiştir.

Bu çalışmada, chia tohumu katkısının, ekmeklerin sertliğinin düşmesinde önemli bir etkiye sahip olduğu ve depolama süresince yumuşaklığı daha fazla koruduğu belirlenmiştir. Bunun nedenlerinden birisi yukarıda da belirtildiği gibi, chia tohumunda bulunan hidrokolloidlerdir. Hidrokolloidlerin varlığına ilaveten, ekmek hacminin yüksek olması, ekmek sertliğinin düşmesine katkıda bulunmaktadır. Hacimleri yüksek olan ekmeklerin toplam gözenek sayıları daha fazladır (Skendi ve ark., 2010). Hacmin yükselmesiyle, toplam alana daha fazla gözenek düşmekte ve gözenek sayısında oluşan bu artış ekmek sertliğinin belirlenmesi sırasında daha az bir kuvvet uygulanmasını sağlamaktadır. ekmek unuyla durum buğdayının ekmek yapımı özelliklerini etkisi inceledikleri çalışmalarında, buğday unundan elde edilen ekmeklerin ilk gün daha yumuşak olduğunu belirlemişlerdir. Sabanis ve Tzia, (2009)'nın, Maleki ve ark., (1980)'dan bildirdiklerine göre daha yüksek ekmek hacmi ekmeğin daha yumuşak olmasına katkıda bulunur (Sayed-Ahmad et al., 2018)(Sayed-Ahmad et al., 2018)(Sayed-Ahmad et al., 2018)(Sayed-Ahmad et al., 2018)(Sayed-Ahmad et al., 2018)(Sayed-Ahmad et al., 2018). Ayrıca, yağ miktarını artması ekmekte yumuşaklığa katkıda bulunan ve sertliği düşüren bir faktördür (Meral & Dogan, 2013).

3.3. Fonksiyonel özellikler

Şekil 1, kontrol grubu ekmeği ile chia tohumunu farklı seviyelerde içeren ekmeklerin konsantrasyona bağlı olarak DPPH radikalini, süpürme etkisini göstermektedir. Çalışma sırasında antioksidan özelliğe sahip ekstraktlar beş farklı konsantrasyonda reaksiyon ortamına eklenerek,

konsantrasyona bağılı DPPH inhibisyon oranı belirlenmiştir. Chia tohumu eklenemese dahi kontrol ekmeği DPPH radikalini % 29 oranında süpürmektedir. Bu durum, buğdayda bulunan antioksidan maddelerden ve Maillard reaksiyonundan ileri gelmektedir (Meral ve Erim Köse, 2019). Kontrol ekmeğinde, % 29 olan % süpürme etkisi % 1.5, 3 ve 4.5 chia tohumu içeren ekmekler için sırasıyla; % 47, 49 ve 59 olmuştur. Ekmek bileşimine eklenen chia tohumu ekmeğin antioksidan aktivitesini arttırmıştır. Elde edilen bu sonuçlar, chia tohumu eklenerek hazırlanan ekmeklerin serbest radikal inhibitörü olduğunu göstermiştir.

Çizelge 5’ de kontrol grubu ekmekler ile chia tohumu katkılı ekmeklerin fonksiyonel özellikleri sunulmuştur. TFM içeriği 0.37-0.59 mg GAE/100 g olarak bulunmuştur. En yüksek fenolik madde % 4.5 chia tohumu içeren ekmeklerde elde edilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılabileceği gibi ekmek formülüne eklenen, chia tohumu ekmeğin toplam fenolik madde konsantrasyonunu artırmış ancak bu artış istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Isıl işlem sonucunda belirlenebilir düzeyde fenolik madde bulunmuştur. Ekmek yapımı sonrasında da fenolik maddeler ekmekte bulunabilmekte ve antioksidan aktivite gösterebilmektedirler. Isıl işlem sonucu bazı fenoliklerin serbest hale geçtiği ifade edilmektedir. Gıda üretiminde kullanılan, prosesler gıdanın fenolik bileşimini ve antioksidan özellikleri farklı şekillerde modifiye edebilmektedirler (Meral, 2018).

Toplam flavanoid (TF) içeriği 0.12-1.12 mg KE/100 g arasında değişmiştir. Ekmeğe chia tohumu ilavesi toplam flavanoid miktarını önemli oranda arttırmıştır. Flavonoidler, fenolik bileşiklerin geniş bir grubunu oluşturmaktadır ve serbest radikal yakalayıcısı olmaları, enzim aktivitelerini düzenlemeleri, antibiyotik, antiallerjen, antidiyaretik, antiülser ve antiinflamatuvar ilaç gibi hareket etmeleri nedeniyle araştırmacıların ilgisini çekmektedir (Raciye Meral ve ark., 2012).

Ekmeklerde TEAK değerleri 1.05-3.95 μ mol Troloks/g arasında değişmiştir. Ekmeğe ilave edilen chia tohumu, ekmeğin TEAK değerini önemli oranda arttırmıştır. Chia tohumu ilave seviyesinin artmasıyla TEAK değeri de artış göstermiştir. En yüksek TEAK değeri chia tohumunu % 4.5 oranında içeren ekmeklerde elde edilmiştir.

Bu çalışmanın temel amaçlarından biri, tükettiğimiz ekmeğin duyu özelliklerine zarar vermeden çeşitli katkıları ekleyerek ekmeği fonksiyonel hale getirmektir. Antioksidan aktivite sonuçlarına bakılarak ekmek de antioksidan aktivitenin artırılmasıyla çalışmanın bu temel hedefe ulaştığını söylemek mümkündür. Daha önce farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da ekmek bileşimine antioksidan özelliğe sahip doğal katkıların ilavesiyle antioksidan aktivitelerinin kontrole göre arttığı tespit edilmiştir. Ekmek bileşimine arpa (Holtekjølen v ark., 2008) karabuğday (Lin et al., 2009), üzüm çekirdeği (Raciye Meral ve Doğan, 2013), karabuğday, amarant, kinoa tohumu ve bunların filizlenmiş ve kurutularak toz haline getirilmiş formları (Alvarez-Jubete ve ark., 2009), zerdaçal (Lim v ark., 2011), karadut (Meral ve Doğan, 2012), nar çekirdeği (Meral ve Erim Köse, 2019b), eklendiğinde de antioksidan aktivitenin kontrole kıyasla arttığı ifade edilmiştir. Antioksidan aktivite sonuçları, çalışmada kullanılan chia tohumunun ekmek üretiminde fonksiyonel bir katkı maddesi olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Chia tohumu ilavesinin ekmeklerin fenolik profili üzerine etkisi Çizelge 4’ de sunulmuştur. Kontrol ekmeğinde bulunan gallik asit ve kateşin, chia otu tohumu ilavesiyle önemli artış göstermiştir. Chia tohumunu % 4.5 oranında içeren ekmeklerde gallik asit miktarı, kontrole kıyasla 49 kat artmıştır. Benzer şekilde, kateşin miktarı da 14.24 mg/100 g’ dan 24.62 mg/100 g’ a yükselmiştir. Ayrıca kontrol ekmeğinde bulunmayan, prokateuik asit, chia tohumu katkılı ekmeklerde belirlenmiştir. HPLC analizleri sonucunda elde edilen verilere göre ekmeğe ilave edilen chia tohumu, ekmeğin fenolik profilini değiştirmiştir. Chia tohumu içeren ekmeklerin hepsinde gallik asit ve kateşin miktarının arttığı, kontrol ekmeğinde bulunmayan prokateuik asitin, ekmeğe eklenen chia tohumu katkısı nedeniyle ekmeklerde bulunduğu saptanmıştır.

Alvarez-Jubete ve ark (2010), tarafından yapılan bir çalışmada glutensiz ekmek yapımında kullanılan karabuğday tohumu, amarant tohumu, kinoa tohumunda bulunan fenolik bileşiklerin ısıyla yıkıma uğradığı ancak bu ekmeklerde kontrole kıyasla antioksidan aktivitenin önemli oranda

artığı ifade edilmiştir. Peng ve ark., (2010)üzüm çekirdeğiyle hazırladıkları ekmeklerin antioksidan aktivitesinin kontrole kıyasla önemli oranda arttığını ancak bu ekmeklerde antioksidan aktivitenin üzüm çekirdeğinin standart solusyonlarına kıyasla % 30 oranında azaldığını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar bu sonucu, proantosiyandinlerle, protein veya nişastanın ısı teşvikli reaksiyon sonucu, deneyde kullanılan ekstraksiyon solventi ile ekstrakte edilemeyen bir takım büyük moleküllerin üretilmesi ve/veya ısının fenolik bileşenleri yıkıma uğratması şeklinde açıklamışlardır. Termal proses, gıdaların işlenmesi sırasında kullanılan en popüler yöntemlerden biridir. Isı muamelesi sırasında gıdanın depolama stabilitesi, duyuşal özellikleri, besinsel özellikleri gibi kalite özelliklerini değiştiren bir takım kompleks olaylar meydana gelir. Bazı gıda bileşenleri termal proses sırasında yıkıma uğrarken, ısı işlem sonucu bazı bileşenler serbest hale geçebilmekte, yeni bileşenler oluşabilmektedir (Ertürk ve Meral, 2019). Bu bileşenler gıdanın özellikle renk ve tat gibi duyuşal özelliklerini değiştirebilirler. Gıdalara uygulanan ısı işlem sonucunda antioksidan özelliklerin arttığı ifade edilmektedir (Meral, 2016). Ayrıca fenolik bileşiklerin depolama boyunca başka bileşiklere depolimerize ve hidrolize olabilecekleri de belirtilmektedir.

4.Sonuç

Bu çalışmada chia tohumu, üç farklı seviyede ekmek bileşimine eklenmiş, bu bileşenlerin hamur reolojisi ve ekmeğin bazı fiziksel, ve fonksiyonel özellikleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, hamur yoğurma özellikleri, hacim ve sertlik değerlerinin chia tohumu ilavesinden olumlu yönde etkilendiği belirlenmiştir. Ayrıca, ekmeğin fonksiyonel özelliklerini geliştirmiştir. Bu çalışma, chia tohumunun ekmeğin genel kalitesini iyileştirmek için bir hammadde olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Bu bulgular, fonksiyonel ekmeğin geliştirilmesine ve chia tohumlarının etkin şekilde değerlendirilmesine yardımcı olabilir.

Kaynaklar

- Adamczyk, G., Ivanišová, E., Kaszuba, J., Bobel, I., Khvostenko, K., Chmiel, M., & Falendysh, N. (2021). Quality assessment of wheat bread incorporating chia seeds. *Foods*. <https://doi.org/10.3390/foods10102376>
- Alvarez-Jubete, L., Holse, M., Hansen, Å., Arendt, E. K., & Gallagher, E. (2009). Impact of baking on vitamin E content of pseudocereals amaranth, quinoa, and buckwheat. *Cereal Chemistry*. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-86-5-0511>
- Ertürk, B., & Meral, R. (2019). The impact of stabilization on functional, molecular and thermal properties of rice bran. *Journal of Cereal Science*, 88, 71–78. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.05.011>
- Elgün, A., & Ertugay, Z., (1997). Tahıl İşleme Teknolojisi. 3. Baskı. A: Ü. Ziraat Fak., Yay. No: 718, Erzurum. 376.
- Holtekjølén, A. K., Bævre, A. B., Rødbotten, M., Berg, H., & Knutsen, S. H. (2008). Antioxidant properties and sensory profiles of breads containing barley flour. *Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.054>
- Kulczyński, B., Kobus-Cisowska, J., Taczanowski, M., Kmiecik, D., & Gramza-Michałowska, A. (2019). The chemical composition and nutritional value of chia seeds—current state of knowledge. In *Nutrients*. <https://doi.org/10.3390/nu11061242>
- Lim, H. S., Park, S. H., Ghafoor, K., Hwang, S. Y., & Park, J. (2011). Quality and antioxidant properties of bread containing turmeric (*Curcuma longa* L.) cultivated in South Korea. *Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.016>

- Lin, L. Y., Liu, H. M., Yu, Y. W., Lin, S. D., & Mau, J. L. (2009). Quality and antioxidant property of buckwheat enhanced wheat bread. *Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.022>
- MERAL, R. (2018). Farklı Sıcaklık Derecelerinin Uşkun Bitkisinin Antioksidan Aktivitesi ve Fenolik Profili Üzerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(1), 88–94. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.285999>
- MERAL, R., & DOĞAN, İ. S. (2012). Karadut (*Morus nigra*) Katkılı Ekmeğin Antioksidan Aktivitesi ve Fenolik Kompozisyonu. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(4), 43–48. <https://dergipark.org.tr/jist/issue/7932/104344>
- Meral, R., & Erim Köse, Y. (2019a). The effect of bread-making process on the antioxidant activity and phenolic profile of enriched breads. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 11(2), 171–181. <https://doi.org/10.3920/QAS2018.1350>
- Meral, R., & Erim Köse, Y. (2019b). The effect of bread-making process on the antioxidant activity and phenolic profile of enriched breads. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*. <https://doi.org/10.3920/QAS2018.1350>
- Meral, R., & Sait Dogan, I. (2013a). Quality and antioxidant activity of bread fortified with flaxseed. *Italian Journal of Food Science*.
- Meral, R., & Sait Dogan, I. (2013b). Quality and antioxidant activity of bread fortified with flaxseed. *Italian Journal of Food Science*, 25(1).
- MERAL raciye. (2016). Farklı Isıl İşlem Uygulamalarının Fenolik Bileşenler Üzerine Etkisi. *Journal of The Institute of Natural & Applied Sciences*.
- Meral, Raciye, & Doğan, I. S. (2013). Grape seed as a functional food ingredient in bread-making. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64(3), 372–379. <https://doi.org/10.3109/09637486.2012.738650>
- Meral, Raciye, Doğan, İ. S., & Kanberoğlu, G. S. (2012). Fonksiyonel Gıda Bileşeni Olarak Antioksidanlar. In *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* (Vol. 2, Issue 2). <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/igdirfbed/article/view/5000093756/0>
- Mielnik, M. B., Olsen, E., Vogt, G., Adeline, D., & Skrede, G. (2006). Grape seed extract as antioxidant in cooked, cold stored turkey meat. *LWT - Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.02.003>
- Peng, X., Ma, J., Cheng, K. W., Jiang, Y., Chen, F., & Wang, M. (2010). The effects of grape seed extract fortification on the antioxidant activity and quality attributes of bread. *Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.083>
- Rahman, M. J., de Camargo, A. C., & Shahidi, F. (2017). Phenolic and polyphenolic profiles of chia seeds and their in vitro biological activities. *Journal of Functional Foods*. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.06.044>
- Sabanis, D., & Tzia, C. (2009). Effect of rice, corn and soy flour addition on characteristics of bread produced from different wheat cultivars. *Food and Bioprocess Technology*. <https://doi.org/10.1007/s11947-007-0037-7>
- Sayed-Ahmad, B., Talou, T., Straumite, E., Sabovics, M., Kruma, Z., Saad, Z., Hijazi, A., & Merah, O. (2018). Evaluation of nutritional and technological attributes of whole wheat based bread fortified with Chia flour. *Foods*. <https://doi.org/10.3390/foods7090135>

- Skendi, A., Biliaderis, C. G., Papageorgiou, M., & Izydorczyk, M. S. (2010). Effects of two barley β -glucan isolates on wheat flour dough and bread properties. *Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.08.030>
- TMO. (2015). *Ekmek israfi*. 2015. <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/ekmek/tmobrosuryeni2.pdf>
- TUİK. (2019). *Erkmek tüketim oranı*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hanehalki-Tuketim-Harcamasi-2019-33593>.
- Wang, J., Rosell, C. M., & Benedito de Barber, C. (2002). Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chemistry*. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00135-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00135-8)
- Zdybel, B., Różyło, R., & Sagan, A. (2019). Use of a waste product from the pressing of chia seed oil in wheat and gluten-free bread processing. *Journal of Food Processing and Preservation*. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14002>
- Zettel, V., & Hitzmann, B. (2018). Applications of chia (*Salvia hispanica* L.) in food products. In *Trends in Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.011>
- Zhu, F., & Chan, C. (2018). Effect of chia seed on glycemic response, texture, and sensory properties of Chinese steamed bread. *LWT*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.08.016>

Çizelgeler

Çizelge 1. Ekmek Bileşimi

Bileşen	İlave seviyesi (%)
Un	100
Su	57
Tuz	1.5
Maya (İnstant aktif)	1
Ekmek Katkısı	0.8

Çizelge 2. Gradient elusyon programı

Zaman (dk)	Çözücü A(%)	Çözücü B(%)
0	100	0
15	85	15
25	50	50
35	15	85
45	0	100

Çizelge 3. Hamur yoğurma özellikleri

Örnek adı	Su kaldırma (%)	G.S (dk)	Stabilite (dk)	YTI
KON	57.7±0.28 ^d	5.15±0.07 ^c	6.35±0.07 ^d	41.04±0.00 ^d
CS-1	61.0±0.28 ^c	4.97±0.00 ^d	5.35±0.07 ^c	58.25±0.07 ^c
CS-2	62.2±0.14 ^b	6.66±0.01 ^b	4.06±0.00 ^b	82.35±0.07 ^b
CS-3	63.6±0.14 ^a	6.78±0.07 ^a	3.75±0.00 ^a	89.75±0.49 ^a

KON: kontrol grubu; CT-1: Chia tohumunu un ağırlığı üzerinden % 1.5 oranında içeren ekmekler, CT-2: Chia tohumunu un ağırlığı üzerinden % 3 oranında içeren ekmekler, CT-3: Chia tohumunu un ağırlığı üzerinden % 4.5 oranında içeren ekmekler

251

Çizelge 4. Ekmeklerin fiziksel özellikleri

Örnek adı	Spesifik hacim (cm ³ /g)	1.gün Sertlik (g)	4.gün Sertlik (g)
KON	3.84±0.00 ^d	427±9.89 ^a	1413±17.67 ^a
CS-1	4.15±0.07 ^b	444±6.36 ^a	855±19.79 ^c
CS-2	4.45±0.07 ^a	440±12.72 ^a	883±9.89 ^c
CS-3	4.07±0.00 ^c	447±9.89 ^a	925±7.07 ^b

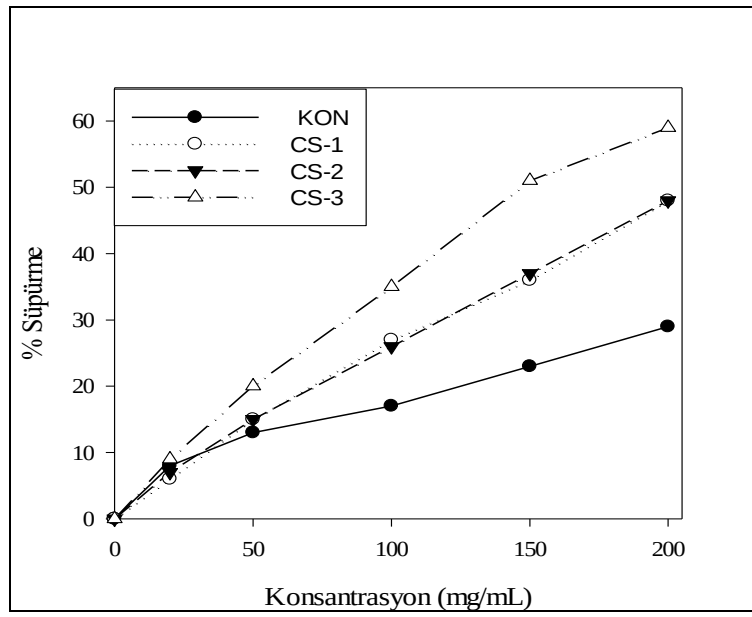
KON: kontrol grubu; CT-1: Chia tohumunu un ağırlığı üzerinden % 1.5 oranında içeren ekmekler, CT-2: Chia tohumunu un ağırlığı üzerinden % 3 oranında içeren ekmekler, CT-3: Chia tohumunu un ağırlığı üzerinden % 4.5 oranında içeren ekmekler

Çizelge 5. Ekmeklerin fonksiyonel özellikleri

Örnek adı	TFM (mg GAE/100 g)	TF (mg KE/100 g)	TEAK (μmol Troloks/g)	Gallik asit	Kateşin	Prokateuik asit
KON	0.36±0.01 ^a	0.12±0.01 ^d	1.05±0.07 ^d	0.065±0.00 ^b	14.24±0.05 ^d	ND
CS-1	0.41±0.01 ^a	0.25±0.01 ^c	2.20±0.00 ^c	2.65±0.07 ^a	22.13±0.01 ^c	0.92±0.02 ^b
CS-2	0.59±0.02 ^a	1.02±0.01 ^b	3.09±0.00 ^b	2.50±0.56 ^a	23.50±0.00 ^b	1.13±0.12 ^b
CS-3	0.42±0.38 ^a	1.12±0.02 ^a	3.95±0.07 ^a	3.20±0.14 ^a	24.62±0.33 ^a	1.55±0.14 ^a

KON: kontrol grubu; CT-1: Chia tohumunu un ağırlığı üzerinden % 1.5 oranında içeren ekmekler, CT-2: Chia tohumunu un ağırlığı üzerinden % 3 oranında içeren ekmekler, CT-3: Chia tohumunu un ağırlığı üzerinden % 4.5 oranında içeren ekmekler, ND: belirlenemedi

Şekiller



Şekil 1. Chia tohumu katkılı ekmeklerin DPPH radikalini süpürme oranı