

Bazı Tahıl ve Tahıl Benzeri Unların Yenilebilir Film ve Kaplama Potansiyellerinin BelirlenmesiAli Mücahit KARAHAN¹, Raciye MERAL^{2*}, Osman KILINÇÇEKER¹

ÖZET: Yenilebilir filmler ve kaplamalar, gıdaların yüzeyine ince tabaka halinde uygulanan ve gıdaları dış ortamdan koruyan ve polisakkarit ve/veya protein kullanılarak ya da bitkisel kaynaklı unlar kullanılarak hazırlanan materyallerdir. Bu çalışmada, yerel satıcılardan temin edilen buğday, mısır, chia, tef, karabuğday ve kinoa unlarının protein, nişasta, nem değerleriyle su absorpsiyon oranları incelenmiş ve bu unların yenilebilir film ve kaplama olarak kullanılma potansiyelleri belirlenmiştir. Unların protein oranlarının %6.40-19.64; nişasta oranlarının %2.87-71.63 arasında değiştiği belirlenmiştir. Unların partikül büyüklükleri varyasyon göstermiş ve en ince partiküle sahip unun buğday unu, en yüksek partikül büyüklüğüne sahip unun chia unu olduğu saptanmıştır. Su absorpsiyon değerleri chia unu için en yüksek (%404.03), buğday unu için en düşük (%5.15) olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda bu unların kimyasal ve fiziksel özellikler açısından yenilebilir kaplama formülünde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kaplama, un, yenilebilir film,

Determination of Edible Film and Coating Potentials of Some Cereal and Pseudocereal Flours

ABSTRACT: Edible films and coatings are materials which are applied to the surface of foods in a thin layer and which protects the food from the external environment. They are prepared by using polysaccharide and/or protein or by using flours of vegetable origin. In this study, protein, starch, moisture and water absorption ratios of wheat, corn, chia, teff, buckwheat and quinoa flours obtained from local market were investigated and their potential for use as an edible films and coatings were determined. The protein content of flour was 6.40-19.64%; starch ratios were found to be 2.87-71.63. Particle sizes of the flours showed variation and it was found that the flour with the finest particles was wheat flour and the flour with the highest particle size was chia flour. Water absorption values were highest for chia flour (404.03%) and lowest for wheat flour (65.15%). As a result of this study, it was concluded that these flours can be used in edible coating formula in terms of chemical and physical properties.

Keywords: Coating, edible films, flour

¹Ali Mücahit KARAHAN (0000-0001-8779-4349), Osman KILINÇÇEKER (0000-0002-5222-1775) Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Kampüs-Adıyaman, Türkiye

²Raciye MERAL (Orcid ID: 0000-0001-9893-7325), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Van, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Raciye MERAL, e-mail: racyemeral@yyu.edu.tr

Geliş tarihi / Received: 20-12-2019

Kabul tarihi / Accepted: 28-04-2020

GİRİŞ

Giderek artan tüketici farkındalığı, sentetik maddelere karşı oluşan negatif algı ve dünya genelinde önemli bir problem olmaya başlayan çevre kirliliği ve yüksek ambalaj fiyatları, çevreye zarar vermeyen, doğal kaynaklardan elde edilen ve az miktardaki materyalle gıdaya iyi bir koruma sağlayan yeni gıda ambalajları üretimini gerektirmiştir. Doğal kaynaklardan elde edilen ambalajlar ile nanoteknoloji kullanılarak elde edilen kaplama materyalleri (Ceylan ve ark., 2018a; Meral ve ark., 2019); biyolojik olarak parçalanabilen ve genellikle film oluşturma kabiliyetine sahip ve gıdayı tamamen sarabilen bileşenlerdir. Yenilebilir filmler ve kaplamalar “çevre dostu” gıda ambalajı olarak kabul edilmektedirler. Çünkü biyolojik olarak parçalanabilir olmaları geleneksel ambalajlama sistemlerinde bulunmayan fonksiyonlardır (Pajak ve ark., 2019). Yenilebilir filmler ve kaplamalar, gıdaların yüzeyine ince tabaka halinde uygulanan ve gıdaları dış ortama karşı koruyan malzemelerdir. Bu film ve kaplamalar, gıdaların raf ömrünü uzatabilen, nem ve yağ kaybını, gaz geçirgenliğini (O_2 , CO_2), lezzet ve aroma kayıplarını kontrol edebilen, gıdaya mekanik, reolojik özellikler, renk ve görünüm sağlayabilen, gıda kalitesini yükseltebilen maddeler olarak ön plana çıkmaktadırlar (Avena-Bustillos ve McHugh, 2011). Yenilebilir film ve kaplamaların yapımında çok sayıda polimer kullanılabilir. Ancak kullanılacak polimerlerde aranan temel özelliklerden birisi, bu materyalin yeterli, sürekli ve birleştirici bir matriks oluşturabilen en az bir temel bileşen içermesidir (Lago-Vanzela ve ark., 2013). Polisakkaritler, proteinler ve lipitler gibi biyo-polimerlerin veya bunların karışımlarının yenilebilir filmler ve kaplamalar hazırlamak ve gıdayı muhafaza etmek için kullanılabilirliği bildirilmektedir. Mısır zeini, buğday gluteni, soya, yerfıstığı, pamuk tohumu, ayçiçeği, pirinç kepeği, serum albümin, yumurta akı, kollajen, jelatin, miyofibriller, kazein ve peynir altı suyu proteinleri gibi çok sayıda protein kaynağı, potansiyel film ve kaplama bileşeni adayı olarak incelenmiştir (Condés ve ark., 2015). Yenilebilir kaplamalar, genellikle buğday, mısır, pirinç unu gibi tahıl kökenli unların kullanımıyla hazırlanabilen ürünlerdir (Brannan ve Pettit, 2015). Ticari olarak kullanılan bazı yenilebilir kaplama örnekleri, et ve balık ürünlerinin kaplanmasını içermektedir (İlter ve ark., 2008; Kilincceker ve Hepsag, 2012). Kaplama ürünleri derin yağda kızartılan ürünlere renk ve aroma vermekte, bu ürünlerde nem miktarını ve yağ emilimini kontrol etmektedirler.

Bir kaplama malzemesinin etkinliği ve bariyer özelliği kaplama malzemesinin bileşimine ve mikro yapısına bağlı olarak değişebilmektedir. Hidrofilik biyopolimerler, kaplamadaki su kaybını azaltmak için su bağlayıcı olarak kullanılabilirler. Su kaybı azalınca yağ emilimi de azalmaktadır (Ananey-Obiri ve ark., 2018)

Yenilebilir kaplamalar gıda yüzeyinde sıvı olarak uygulanırken, yenilebilir filmler katı tabaka halinde uygulanır. Yenilebilir kaplama, doğrudan gıda yüzeylerinde oluşan, yaklaşık 0.3 mm'lik yenilebilir fakat ince bir katman olarak tanımlanmaktadır (Ananey-Obiri ve ark., 2018).

Yenilebilir filmler için, gözeneksiz ve bütünlüğü sağlayan yapı, düşük su buharı geçirgenliği, çekme ve kopmaya karşı yüksek dayanıklılık arzu edilirken, yenilebilir kaplamalar için pürüzsüz ve düzgün yapı, derin yağda kızartma esnasında düşük yağ emilimi arzu edilmektedir. Yenilebilir kaplama ve film yapımında kullanılan maddelerin protein, nişasta, lif ve yağ içeriği, bu maddelerin partikül büyüklüğü, su absorpsiyon değerleri ve yüzey özellikleri bu maddelerden elde edilen kaplama ve filmlerin çeşitli özelliklerini etkileyebilmektedir. Bu nedenle, kaplama malzemesi olarak kullanılacak olan protein ve nişasta kaynaklarının bileşimi ve su absorpsiyon değerleri, bu materyallerin kaplama malzemesi olarak kullanıldığında ne kadar etkin olacağı hakkında bilgi vermektedir. Bu çalışma; buğday, mısır, chia, tef, karabuğday ve kinoa unlarının protein, nişasta, nem değerleriyle su absorpsiyon

oranları incelemek ve bu unların yenilebilir film ve kaplama olarak kullanım potansiyellerini belirlemek için planlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılan unlar, İstanbul ve Adıyaman illerinde bulunan yerel satıcılardan alınmış ve analiz edilinceye kadar serin ve rutubetsiz ortamda muhafaza edilmiştir.

Nem oranı tayini: Un numunelerinin rutubet oranı, AACC Yöntem 44-01'e göre 105 °C'deki etüvde belirlenmiştir (AACC, 1994).

Protein tayini: Protein tayini Kjeldahl metoduyla yapılmıştır (AACC, 1994).

Partikül büyüklüğü tayini: Partikül büyüklüğü değerleri Elgün ve ark. (1998)'nin belirttiği yöntemle göre yapılmıştır.

Absorpsiyon oranı (AO) tayini: Partikül büyüklüğü Doğan ve Ünal, (1990)'a göre yapılmıştır.

Renk özelliklerinin belirlenmesi: Renk parametreleri (L^* , a^* ve b^* değerleri) taşınabilir renk ölçüm cihazı Konica Minolta Chroma Meter CR-400 (Osaka, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir (Anonim, 2018).

İstatistiki analiz

Çalışma iki tekerrür ve üç paralel olarak yapılmıştır. Sonuçlar varyans analizine tabi tutulmuş, istatistiksel olarak önemli çıkan ortalamalara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitkisel unların partikül büyüklüğü ve su absorpsiyon değerleri

Partikül büyüklüğü, kaplama formüllerinde kaplamanın kıvamını, gıdaya yapışma derecesini, kızartılan ürünün nem oranını ve yağ emilimini etkileyen önemli bir parametredir. Çizelge 1' de bitkisel unların partikül büyüklükleri ve su absorpsiyon oranları verilmiştir.

Çizelge 1. Bitkisel unların partikül büyüklüğü değerleri ve su absorpsiyon oranları (%)

Un türü	0.212 mm üstü	0.150 mm altı	Su absorpsiyon oranı
Buğday Unu	0.85±0.04 ^e	35.84±14.98 ^a	65.15±1.87 ^e
Mısır unu	78.90±1.63 ^b	1.51±0.00 ^b	114.59±0.44 ^b
Chia unu	96.98±1.07 ^a	0.83±0.14 ^b	404.03±2.73 ^a
Tef unu	63.88±2.71 ^c	2.82±1.45 ^b	105.7±2.59 ^c
Karabuğday unu	39.75±2.12 ^d	12.60±5.36 ^b	114.54±7.02 ^b
Kinoa unu	65.34±0.34 ^c	1.87±0.07 ^b	97.32±0.64 ^d

^{a-e} Örnekler arasındaki önemli fark aynı sütunda farklı küçük harfle belirtilmiştir (p<0.05).

Partikül büyüklüklerine göre 0.212 mm elek üstü değerleri %0.85-96.98 arasında, 0.150 mm elek altı değerler ise %0.83-35.84 arasında değişiklik göstermiştir. 0.212 mm elek üstü değerlerin ortalamalarına ait istatistiksel farklılıklar p<0.01 düzeyinde önemli iken, 0.150 mm elek altı ortalamalara ait farklılıklar p<0.05 düzeyinde önemli çıkmıştır.

Chia ununun %96.98'lik kısmı 0.212 mm gözenek çapına sahip eleğin altında kalırken, bu oran buğday unu için %0.85 olarak belirlenmiştir. 0.150 mm'lik gözenek çapına sahip eleğin altında kalan kısım buğday unu için %35.84 olarak belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi buğday unu tebliği (Anonim, 2013) unu; en az %98'i 212 mikronluk elekten geçen materyal olarak tanımlamaktadır. Dick ve ark., (2016) chia unundan elde edilen unun 60 meshlik (283 mikron) elekten geçen kısmının oranının %4.77 olduğunu ifade etmiştir. Literatürde bildirilen değerler bizim bulgularımızı doğrular niteliktedir.

Partikül büyüklüğü dağılımında 0.25 mm ve daha küçük gözenek çapına sahip eleklerden geçen partiküller ince, 0.25 üstü ve 0.85 mm altında kalan partiküller orta, 0.85 mm gözenek çapına sahip elek üstünde kalan partiküller ise iri olarak tanımlanmaktadır (Maskat ve Kerr, 2002). Çizelge1'den de görüleceği gibi partikül büyüklüğü en düşük olan unun buğday unu, en yüksek olan unun ise chia tohumundan elde edilen un olduğu görülmektedir. Partikül büyüklüğü yenilebilir film ve kaplamalarda kritik bir role sahiptir. Yüzey alanı küçülen materyal daha fazla yüzey alanına sahip olmakta ve genişletilmiş yüzey alanı gıda materyali ile daha iyi temas ve daha etkin bir koruma sağlamaktadır (Ceylan ve ark., 2018b; Meral ve ark., 2019). Ayrıca küçük partikül boyutlarına sahip olan kaplamalar su buharına karşı daha iyi bariyer oluşturmakta ve kaplamaların su buharı geçirgenliğini düşürmektedirler (Dick ve ark., 2016). Kaplama malzemelerinin partikül büyüklüğü; kızarmış ürünün yağ emilimini, yüzey özelliklerini, dokusunu ve gevrekliğini de etkilemektedir (Voong ve ark., 2018). Yağ emilimi, gıdanın yüzey özellikleriyle de ilgili olduğundan, gıdanın şekli ve yüzey pürüzlülüğü toplam yağ miktarını etkilemektedir. Bu nedenle homojen bir kaplama uygulaması, yağ emiliminin azalmasını sağlayabilmektedir (Supawong ve ark., 2018). Maskat ve Kerr, (2002) küçük, orta ve iri partikül büyüklüğüne sahip olan kaplamalarla muamele edilmiş tavuk göğüs etlerinin çeşitli özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, ince partikül büyüklüğüne sahip kaplamaların daha iyi viskozite ve yapışma derecesi sağladığını ifade etmişlerdir. İnce kaplama malzemesiyle kaplanan kızarmış ürünlerin nem miktarı daha yüksek olmuş ve homojen, yüzeyi daha düzgün ürün elde edildiği bu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. İnce partiküllü kaplamalar, gıdaya daha etkin ve homojen bir şekilde uygulanmakta, ince partiküller yüksek su absorpsiyonu nedeniyle çözeltinin viskozitesini artırarak daha iyi bir kaplama ve yapışma derecesi sağlamaktadırlar. Bu özellikler kızartılan üründe kayıpların azalmasına katkıda bulunmaktadır (Moradi ve ark., 2014). Ayrıca ince partikül büyüklüğüne sahip olan kaplamalarla kızartılan ürünlerin tekstürü ve ağızda bıraktığı his daha iyi olmaktadır. Bu çalışmada, analize tabi tutulan bitkisel unların partikül büyüklüklerine bakıldığında ince ve orta büyüklüklerde oldukları ortaya konmuştur. Kaplamalar açısından bakıldığında, bu unların kaplamalara daha iyi yapışacağı, son ürünün nem oranını ve kızartma verimini artıracığı düşünülmektedir. Partikül büyüklüğünün yanı sıra kaplamaların absorpsiyon oranları, protein ve nişasta oranları da yapışma derecesi, kızartma verimi gibi özellikleri etkilemektedir.

Hidrofilik tabanlı kaplama malzemeleri, hidrofobik tabanlı malzemelere tercih edilmektedir (Ananey-Obiri ve ark., 2018). Bitkisel unların su absorpsiyon değerleri %65.15-404.03 arasında değişiklik göstermiştir. Bitkisel unların su absorpsiyon değerleri arasındaki farklılıklar $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Unların, su absorblama kapasitesi unda bulunan nişasta, pentozan, lif miktarıyla doğrudan ilgilidir (Delcour ve Hosoney, 2010). Ayrıca bileşimde bulunan hidrokoloidler su tutma kapasitesini arttırmaktadır. Bitkisel unların hepsinde nişasta ve lif bulunduğundan su tutma kapasitelerinin yüksek olması beklenen bir durumdur. Bu unlar içinde chia tohumundan elde edilen unun su tutma kapasitesi buğday unundan yaklaşık 6, mısır ve karabuğday unundan 3.5, tef unundan 3.8 ve 4 kat yüksek bulunmuştur. Chia tohumu bileşiminde hidrokoloid bulunması nedeniyle yüksek oranda su tutma kapasitesine sahip olmuştur. Su tutma kapasitesi, hidrofilik polimerlerden yapılan ambalajlama malzemelerinin suya direncini doğrudan karakterize eden anlamlı bir parametredir (Pajak ve ark., 2019). Kaplama malzemelerinde yüksek su absorpsiyon değeri, kaplamanın gıdaya temasını kolaylaştırmaktadır. Bu çalışmada buğday unu dışındaki unların tamamının oldukça yüksek oranda su absorblama kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Unların su absorpsiyon değerlerinin yüksek olması, gıdaya kaplama malzemesinin yapışması, kaplamanın gıdayla tamamen temas etmesi ve gıdayı bütünüyle saran bir yapı oluşturma gibi avantajlar sağlayacaktır.

Bitkisel unların protein, nişasta ve nem değerleri

Yenilebilir kaplama ve filmlerde temel yapının oluşmasından, protein ve/veya nişasta bileşenleri sorumludur. Bu bileşenler yenilebilir filmlerde su buharı geçirgenliğini, çekme ve kopmaya karşı direnci etkilerken, yenilebilir kaplamalarla kaplanan ve kızartılan ürünlerde yağ emilimini de doğrudan etkilemektedir. Çizelge 2' de bitkisel unların nem, protein ve nişasta oranları verilmiştir.

Çizelge 2. Bitkisel unların nem, protein ve nişasta oranları (%)

Un türü	Nem	Nişasta	Protein
Buğday Unu	7.91±0.01b	71.63±0.86 ^a	10.38±0.12d
Mısır unu	8.98±0.04 ^a	67.89±1.88 ^b	6.40±0.37 ^e
Chia unu	4.11±0.11 ^f	2.87±0.01 ^e	19.64±0.12a
Tef unu	6.19±0.11 ^e	63.33±0.40 ^c	11.66±0.05 ^c
Karabuğday unu	7.18±0.08 ^c	67.91±0.22 ^b	11.72±0.08 ^c
Kinoa unu	6.98±0.01 ^d	60.58±1.05 ^d	12.82±0.06 ^b

^{a-e} Örnekler arasındaki önemli fark aynı sütunda farklı küçük harfle belirtilmiştir (p<0.05).

Unların nem değerleri %4.11-8.98 arasında değişiklik gösterirken protein değerleri %6.40-19.66, nişasta değerleriyse %2.87-71.63 arasında değişmiştir. Nem, protein ve nişasta ortalamalarına ait istatistiksel farklılıklar p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Analiz sonuçlarında bitkisel unlar içinde en düşük nem ve nişasta miktarı ve en yüksek protein değerine sahip un chia tohumu unu olarak belirlenmiştir.

Nişasta içinde bulunan amiloz, yenilebilir filmlerin film oluşturma kapasitesinden sorumludur. Nişasta bazlı filmler şeffaf, kokusuz, tatsız ve renksizdir. Karbonhidratlardan yapılan yenilebilir filmler genellikle daha yüksek mekanik dayanıma sahiptirler. Ayrıca gaz bariyerleri olarak da işlev görebilirler (Prakash Maran ve ark., 2013). Ayrıca nişasta bazlı kaplamalar, tatsız, kokusuz ve şeffaftır, ürünün tadını, aromasını ve görünüşünü değiştirmez (Chiumarelli ve Hubinger, 2012). Nişasta filmleri iyi mekanik özellikler gösterir ancak neme karşı hassasiyetleri bu filmler için büyük bir dezavantajdır (Dick ve ark., 2016). Bu çalışmada analize tabi tutulan unların nişasta miktarları chia tohumu unu dışında yüksek bulunmuştur. Dick ve ark. (2016) chia ununun protein oranının %23.08 ve lif dışındaki karbonhidratın ise %6.8 olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu araştırmacılar, chia ununa farklı oranlarda mısır nişastasını ekleyerek film hazırlamış ve bu filmlerin özelliklerini incelemiştir. Çalışma sonucunda mısır nişastasını içermeyen unlardan hazırlanan filmlerin su buharı geçirgenliğinin ve suda çözünürlüğünün, formülde mısır nişastasını oranının artmasıyla azaldığı ortaya konulmuştur. Chia tohumu ununda bulunan lifler gibi hidrofilik bileşenlerin varlığı su buharı geçirgenliği ve suda çözünürlüğü arttırmıştır. Diğer taraftan bu araştırmacılar elde ettikleri sonuçları daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırmış ve chia tabanlı filmlerin suda çözünürlüklerinin; kinoa unu ve patates kabuğundan hazırlanan filmlerden daha düşük olduğunu ifade etmişlerdir. Dick ve ark. (2016) chia ununa herhangi bir nişasta kaynağı ilave edilmeden film oluşturulabileceğini ancak bu filmlerin kopma ve uzama özelliklerinin iyi olmadığını bu nedenle formüle mısır nişastasını gibi bir bileşenin eklenmesiyle daha sıkı bir yapı elde edileceğini ve bu özelliklerin geliştirilebileceğini ifade etmişlerdir. Yenilebilir kaplama formüllerinde bulunan nişastanın su bağlama özelliği kızartılan ürünlerde yağ emilimini etkilemektedir. Angor (2016), karboksil metil selüloz gibi yüksek oranda su bağlayan bir madde kullanılarak hazırlanan yenilebilir kaplamaların, patates cipslerinin toplam yağ miktarını önemli ölçüde düşürdüğünü ifade etmiştir. Hidrofilik bileşikler, yağ bloke edici bir madde gibi davranmakta ve kızartma sırasında yağ emilimini önemli ölçüde önlemektedir. Buna ilaveten bu bileşenler muhtemelen ısıtma ve soğutma sırasında hidrofilik bir plastikleştirici görevi üstlenmekte ve daha sonra su buharı geçirgenliğini azaltmaktadırlar (Supawong ve ark., 2018).

Proteinler, jelleşme, yapı oluşumu, renk, doku, emülsifikasyon, köpüklenme ve elastikiyet gibi çeşitli dinamik fonksiyonel özelliklere sahip olmaları ve ağ yapıları oluşturabilme özelliklerinden dolayı kaplama bileşenlerinin en önemli sınıfını temsil etmektedirler (Dogan ve ark., 2005). Protein içeren filmlerin düşük bağıl nem içeren ortamlarda lipid, oksijen ve aroma kaybına karşı iyi bir bariyer olduğu ifade edilmektedir ancak moleküler yapılarında hidrofilik grupların varlığından dolayı gıdaya su buharı geçişini engellemede yeterli olmayacağı da belirtilmektedir (Tapia-Blácido ve ark., 2011). Protein tabanlı kaplamalar düşük su direncine ve düşük mekanik dayanıma sahiptirler (Ananey-Obiri ve ark., 2018).

Nem içeriği, derin yağda kızartma sırasında yağ emilimini belirlemede önemli bir faktördür. Kızartma sırasında gıdadan suyun uzaklaşmasıyla ürün yüzeyinde boşluklar oluşmakta ve bu boşluklara yağ dolmaktadır. Yağ emilimi, derin yağda kızartmanın en kritik noktalarından biri olduğundan, kızartma işleminde üzerinde önemle durulan nokta, kızartılmış son ürünün yağ içeriğini kontrol ederek ve azaltarak kızartma işlemini gerçekleştirmektir. Kaplanmış gıdalar üzerine yapılan araştırmalar, kızartılmış ürünler için yağ emilimini azaltacak bir formülasyon oluşturulması üzerine odaklanmıştır (Naseri ve ark., 2013). Protein oranı yüksek olan maddeler kızartılmış ürünlerde yağ emilimini azaltmaktadırlar (Supawong ve ark., 2018). Proteinler ve hidrokolloidler yoluyla yağ emilimini engelleyen mekanizmaların, film oluşumunu, yüzey hidrofilitesini ve termal olarak indüklenmiş jel oluşumunu arttırdığı rapor edilmiştir (Zeng ve ark., 2016).

Bu çalışmada bitkisel unların protein değerlerine bakılmış ve protein oranlarının %6.40-19.64 arasında değiştiği saptanmıştır. Protein değerleri bakımından unlar arasındaki farklılıklar oldukça önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur. Unlar içinde en yüksek protein değerine sahip un, chia tohumu unu olarak belirlenmiştir.

Dogan ve ark. (2005), protein içeren kaplamalarla muamele edilen ve kızartılan tavuk nuggetlarının yağ miktarının azaldığını ortaya koymuşlardır. Protein tabanlı bu kaplamalar, denaturasyon ve jelasyon sonucu ürün yüzeyinde bir bariyer oluşturmuş ve yağ emiliminin azalmasını sağlamıştır.

Brannan ve ark. (2013), yulaf ve mısır lifi seviyelerinin derin yağda kızartma sırasında yağ emilimini azaltabileceğini ifade etmişlerdir. Dragich ve Krochta (2010) tavuk proteinlerinden izole edilen proteinleri kullanarak, üç farklı oranda protein içeren yenilebilir kaplamalar hazırlamış ve bu kaplamalarla tavuk bagetlerini kaplayarak kızartmış ve kızartılan ürünlerin yağ absorpsiyonunu incelemişlerdir. Proteinin en yüksek konsantrasyonda içeren formülle kaplanan ürünün kızartma sonundaki toplam yağ miktarı, kaplanmamış grubun yağ içeriğinden %60 oranında düşük bulunmuştur. Ayrıca, kaplanmış numuneler, kaplanmamış numunelere kıyasla, kızartmadan sonra daha yüksek nem içeriğine ve kızartma verimine sahip olmuşlardır. Yağ emilimindeki azalma, kızartma sırasında protein tarafından oluşturulan kompleks ağın oluşumuna atfedilmiştir.

Naseri ve ark. (2013), karidesleri sırasıyla buğday unu, buğday unu-soya unu ve buğday unu-mısır unundan oluşan karışımlarla kaplayıp kızartma işlemi gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda, soya unu oranının artmasıyla yağ emiliminin azaldığı ortaya konmuştur. Bu durum; soyanın yüksek protein içeriği nedeniyle yüksek oranda su bağlaması ve yüksek viskozite sağlamasına ve kızartma sırasında nem kaybının ve böylece yağ emiliminin kontrol edilmesine bağlanmıştır. Öte yandan, Tamsen ve ark., (2018) tarafından yapılan çalışmada buğday ununa farklı oranlarda amarant unu eklenmiş ve tavuk nuggetları bu kaplamayla kaplanarak kızartılmıştır. Elde edilen sonuçlar amarant unu varlığının kızartılan ürünlerde pürüzlü yapıyı, yağ emilimini ve pişirme kaybını önemli ölçüde arttırdığını ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, amarant ununun yağ, protein ve lif içeriğinin buğday unundan yüksek olmasına bağlanmıştır. Sonuç olarak, yüksek nişasta ve protein oranının film ve kaplama malzemelerinde yapı

oluşumuna katkı sağladığı, kızartma sırasında nem kaybına karşı bariyer oluşturduğu ve kızartılan son üründe yağ emilimini azalttığına dair çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde unların nişasta miktarlarının ve protein miktarlarının kaplama formülünde kullanılacak yeterlilikte olduğu belirlenmiştir. Unlar içinde chia ununun nişasta miktarının düşük olduğu belirlenmiştir. Ancak bu unun bileşiminde fazla miktarda hidrofilik bileşen olduğu bildirilmektedir. Bu anlamda chia ununda düşük nişasta bulunması nedeniyle ortaya çıkacak sorunlar, bu hidrofilik bileşenler nedeniyle bertaraf edilebilir.

Renk

Renk, ürünün kalitesini anlamak için yakından takip edilmesi gereken fiziksel özelliklerden birisidir. Bu çalışmada, bitkisel unların L^* , a^* ve b^* değerlerine bakılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 3’de verilmiştir. L^* değeri 43.61-95.5 arasında değişmiştir. Unların L^* , değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak oldukça önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek L^* (en açık renk) buğday unu örneğinde 95.55 olarak saptanmıştır. En koyu renk (en düşük L^*) ise chia unu örneğinde 43.61 olarak saptanmıştır. Buğday unu için L^* , a^* ve b^* değerlerinin 92.6, -4.4 ve 8.8 olduğu bildirilmektedir (Hallén ve ark., 2004). Steffolani ve ark. (2014) tarafından chia ununun renk değerleri; $L^*=46.25$, $a^*=3.58$ ve $b^*=11.92$ olarak belirlenmiştir.

Pozitif olduğunda kırmızılığı, negatif olduğunda yeşilliği temsil eden a^* değerinin -2.22 ile 5.20 arasında değiştiği bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analiz sonuçları örneklerin a^* değerleri arasında önemli farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur ($p<0.01$). Analiz sonuçları, kırmızılık değeri en yüksek unun tef unu olduğunu ortaya koymuştur. Tef unu için L^* , a^* ve b^* değerleri 64.64, 5.20 ve 13.97 olarak belirlenmiştir. Bu bulgular tef ununun L^* , a^* ve b^* değerini sırasıyla 73.56, 2.09 ve 12.97 olduğunu bildiren Minarovičová ve ark. (2019)’ın bulgularıyla kısmen benzerlik göstermektedir. Bizim çalışmamızda tef unu için daha yüksek bir L^* ve a^* değeri elde etmemizin nedeni muhtemelen farklı un kaynaklarının kullanılmasına bağlanmıştır.

Çizelge 3. Bitkisel unların renk değerleri

Un türü	L^*	a^*	b^*
Buğday Unu	95.55±0.23 ^a	-1.02±0.03 ^d	7.15±0.15 ^c
Mısır unu	88.41±2.89 ^b	-2.22±0.44 ^e	32.13±4.53 ^a
Chia unu	43.61±2.32 ^e	2.83±0.21 ^b	15.83±0.42 ^b
Tef unu	64.64±0.63 ^d	5.20±0.22 ^a	13.97±0.88 ^b
Karabuğday unu	87.49±0.26 ^b	-0.01±0.03 ^c	9.22±0.21 ^c
Kinoa unu	75.40±0.40 ^c	0.25±0.03 ^c	15.98±0.06 ^b

^{a-e} Örnekler arasındaki önemli fark aynı sütunda farklı küçük harfle belirtilmiştir ($p<0.05$).

Pozitif olduğunda sarılığını temsil eden b^* değeri ise 7.15- 32.33 arasında değişiklik göstermiş ve b^* değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Mısır unu bitkisel unlar içinde sarılık değeri en yüksek un olarak ön plana çıkmıştır. Mancebo ve ark., (2015) mısır ununun b^* değerinin yüksek olduğunu bildirmiştir. Karoten pigmentlerinden dolayı mısır unu sarımsı bir renkte görünmektedir (Naseri ve ark., 2013). Unların renk değerleri varyasyon göstermiştir. Unların doğal renkleri, elde edildikleri kaynakların farklılığı, içerdiği renk pigmentleri ve bu pigmentlerin oranları göz önünde bulundurulduğunda unların renklerinin varyasyon göstermesi beklenen bir durumdur.

Renk tüketici tercihini etkileyen önemli bir duyu parametredir. Bu anlamda kullanılacak olan kaplama materyalinin rengi tüketicinin satın alma kararını etkileyecektir. Tüketici tercihinin yanı sıra renkle ilgili göz önünde bulundurulması gereken bir diğer önemli nokta ise kullanılacak kaplama materyalinin renginin, o gıdanın doğasına uygunluğudur. Rengin gıdaya uygunluğu tüketicinin o gıdayı

kabullenmesinde rol oynamaktadır. Kaplama formülü oluşturulurken bu unların renk değerlerinin tüketici tercihlerini etkileyeceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

SONUÇ

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar bazı tahıl veya tahıl benzeri ürünlerden elde edilen unların yüksek oranda protein ve nişasta içermeleri, ayrıca yüksek su absorpsiyonuna sahip olmaları nedeniyle kaplama ya da yenilebilir film üretimlerinde kullanılabileceklerini ortaya koymuştur. Ancak hem kaplama hem film üretiminde arzu edilen mekanik özellikleri geliştirmek, yapışma oranını artırmak veya yağ emilimini azaltmak gibi faktörler önemli kriterlerdir. Çalışma sonuçlarına göre arzu edilen bu özellikleri sağlayabilmek için bu unların kullanımı tavsiye edilebilirken, kaplama bileşimlerinde kullanımlarında yapısal olarak eksik yönlerini tamamlayacak başka bileşenlerin eklenmesi ya da belirli oranlarda birbirleri ile karışım yapılarak kullanımlarında, daha başarılı kaplama formüllerinin elde edilebileceği düşünülmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için teknik destek sağlayan Kimyager Dr. Sema ÇELİK'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- AACC, 1999. Approved Methods (9th Edition). American Association of Cereal Chemists, Saint Paul, Minnesota.
- Ananey-Obiri D, Matthews L, Azahrani MH, Ibrahim SA., Galanakis CM, Tahergorabi R, 2018. Application of protein-based edible coatings for fat uptake reduction in deep-fat fried foods with an emphasis on muscle food proteins. Trends in Food Science and Technology, 80:167–174. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.08.012>
- Anonim, 2013. Türk Gıda Kodeksi, Buğday Unu Tebliği. TEBLİĞ NO: 2013/9
- Anonim, 2018. T.C Toprak mahsulleri genel müdürlüğü 2016 yılı hububat raporu <http://www.tmo.gov.tr>. Toprak Mahsulleri Ofisi, Ankara. Erişim tarihi:15.01.2018.
- Angor MM, 2016. Reducing fat content of fried potato pellet chips using carboxymethyl cellulose and soy protein isolate solutions as coating films. Journal of Agricultural Science, 8(3): 162. <https://doi.org/10.5539/jas.v8n3p162>
- Avena-Bustillos RDJ, McHugh TH, 2011. Role of edible film and coating additives. in edible coatings and films to improve food Quality, Second Edition (pp. 157–184). <https://doi.org/10.1201/b11082-7>
- Brannan RG, Myers AS, Herrick CS, 2013. Reduction of fat content during frying using dried egg white and fiber solutions. European Journal of Lipid Science and Technology, 115(8): 946–955.
- Brannan RG, Pettit K, 2015. Reducing the oil content in coated and deep-fried chicken using whey protein. Lipid Technology, 27(6): 131–133.
- Ceylan Z, Meral R, Karakaş CY, Dertli E, Yilmaz MT. 2018a. A novel strategy for probiotic bacteria: Ensuring microbial stability of fish fillets using characterized probiotic bacteria-loaded nanofibers. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 48, 212–218. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.07.002>
- Ceylan Z, Meral R, Cavidoglu I, Karakas CY, Yilmaz MT, 2018b. A new application on fatty acid stability of fish fillets: coating with probiotic bacteria-loaded polymer-based characterized nanofibers. Journal of Food Safety, 38(6): e12547.

- Chiumarelli M, Hubinger MD, 2012. Stability, solubility, mechanical and barrier properties of cassava starch-carnauba wax edible coatings to preserve fresh-cut apples. *Food Hydrocolloids*, 28(1): 59–67.
- Condés MC, Añón MC, Mauri AN, Dufresne A. 2015. Amaranth protein films reinforced with maize starch nanocrystals. *Food Hydrocolloids*, 47: 146–157.
- Delcour JA, Hosney RC, 2010. Principles of Cereal Science and Technology. In *Principles of Cereal Science and Technology*.
- Dick M, Henrique Pagno C, Haas Costa TM, Gomaa A, Subirade, M, De Oliveira Rios A, Hickmann Flôres S, 2016. Edible films based on chia flour: development and characterization. *Journal of Applied Polymer Science*, 133(2):
- Doğan İS, Ünal S, 1990. Un Fabrikalarında değişik pasajlardan alınan unların zedelenmiş nişasta miktarının enzimatik olmayan yöntemle belirlenmesi. *E.Ü. Müh. Fak. Gıda Mühendisliği Dergisi*, (8): 7–35.
- Dogan SF, Sahin S, Sumnu G, 2005. Effects of batters containing different protein types on the quality of deep-fat-fried chicken nuggets. *European Food Research and Technology*, 220(5–6): 502–508.
- Dragich AM, Krochta JM, 2010. Whey protein solution coating for fat-uptake reduction in deep-fried chicken breast strips. *Journal of Food Science*, 75(1).
- Elgün A, Ertugay Z, Certel M, Kotancılar G, 1998. Tahıl Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvarı Uygulama Klavuzu. A.Ü. Yay. Yayın No:867, Erzurum 245.
- Hallén E, Ibanoglu Ş, Ainsworth P, 2004. Effect of fermented/germinated cowpea flour addition on the rheological and baking properties of wheat flour. *Journal of Food Engineering*, 63(2): 177–184.
- İter S, Dogan IS, Meral R, 2008. Application of food grade coatings to Turkey buttocks. *Italian Journal of Food Science*, 20(2).
- Kilinceker O, Hepsag F, 2012. Edible Coating Effects on Fried Potato Balls. *Food and Bioprocess Technology*, 5(4): 1349–1354.
- Lago-Vanzela ES, do Nascimento P, Fontes EAF, Mauro MA, Kimura M, 2013. Edible coatings from native and modified starches retain carotenoids in pumpkin during drying. *LWT - Food Science and Technology*, 50(2): 420–425.
- Mancebo CM, Picón J, Gómez M, 2015. Effect of flour properties on the quality characteristics of gluten free sugar-snap cookies. *LWT - Food Science and Technology*, 64(1): 264–269.
- Maskat MY, Kerr WL, 2002. Coating characteristics of fried chicken breasts prepared with different particle size breadings. *Journal of Food Processing and Preservation*, 26(1): 27–38.
- Meral R, Alav A, Karakas C, Dertli E, Yilmaz MT, Ceylan Z, 2019. Effect of electrospun nisin and curcumin loaded nanomats on the microbial quality, hardness and sensory characteristics of rainbow trout fillet. *LWT*, 113(March), 108292.
- Minarovičová L, Lauková M, Karovičová J, Kohajdová Z, Kepičová V, 2019. Gluten-free rice muffins enriched with teff flour. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 13(1): 187–193.
- Moradi Y, Bakar J, Che Man Y, Syed Muhamed SK, 2014. Influence of resistant starch on microstructure and physical properties of breaded fish fillets. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 13(1): 135–144.
- Naseri M, Abedi E, Mohammadzadeh B, Afsharnaderi A, 2013. Effect of frying in different culinary fats on the fatty acid composition of silver carp. *Food Science & Nutrition*, 1(4): 292–297.
- Pająk P, Przetaczek-Rożnowska I, Juszczak L. 2019. Development and physicochemical, thermal and mechanical properties of edible films based on pumpkin, lentil and quinoa starches. *International Journal of Biological Macromolecules*, (138): 441–449.

- Prakash Maran J, Sivakumar V, Thirugnanasambandham K, Kandasamy S, 2013. Modeling and analysis of film composition on mechanical properties of maize starch based edible films. *International Journal of Biological Macromolecules*, (62): 565–573.
- Steffolani E, de la Hera E, Pérez G, Gómez M, 2014. Effect of Chia (*Salvia hispanica*L) Addition on the Quality of Gluten-Free Bread. *Journal of Food Quality*, 37(5): 309–317.
- Supawong S, Park JW, Thawornchinsombut S, 2018. Fat blocking roles of fish proteins in fried fish cake. *LWT*, (97): 462–468.
- Tamsen M, Shekarchizadeh H, Soltanizadeh N, 2018. Evaluation of wheat flour substitution with amaranth flour on chicken nugget properties. *LWT - Food Science and Technology*, (91): 580–587.
- Tapia-Blácido DR, do Amaral Sobral PJ, Menegalli, F. C. 2011. Optimization of amaranth flour films plasticized with glycerol and sorbitol by multi-response analysis. *LWT - Food Science and Technology*, 44(8): 1731–1738. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.04.004>
- Voong KY, Norton AB, Mills TB, Norton IT, 2018. Characterisation of deep-fried batter and breaded coatings. *Food Structure*, (16): 43–49.
- Zeng H, Chen J, Zhai J, Wang H, Xia W, Xiong YL, 2016. Reduction of the fat content of battered and breaded fish balls during deep-fat frying using fermented bamboo shoot dietary fiber. *LWT - Food Science and Technology*, (73): 425–431. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.052>.