



Mor havuç tozu ikamesinin cips örneklerinin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi

Effect of purple carrot powder substitution on some physical, chemical and sensory properties of chips samples

Mine ASLAN^{1*}, Nezahat OLCAY², Nilgün ERTAŞ³, Mustafa Kürşat DEMİR⁴

^{1,2,3,4}Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Meram, 42090, Konya, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-7589-3523>; ²<https://orcid.org/0000-0003-3302-8969>

³<https://orcid.org/0000-0002-0671-2485>; ⁴<https://orcid.org/0000-0002-4706-4170>

To cite this article:

Aslan, M., Olcay, N., Ertaş, N. & Demir, M. K. (2023). Mor havuç tozu ikamesinin cips örneklerinin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(1):103-112.

DOI:10.29050/harranziraat.1164267

*Address for Correspondence:

Mine ASLAN

e-mail:

mineaslan_90@hotmail.com

Received Date:

19.08.2022

Accepted Date:

30.09.2022

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

ÖZ

Bu çalışmada; fonksiyonel özelliği ile dikkati çeken mor havuç (*Daucus carota* L.), cips formülasyonuna buğday unu yerine beş farklı oranda (%0, 10, 20, 30 ve 40) ikame edilmiş ve mor havuç tozunun cipslerin toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivitesi, renk, fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Üretilen cips örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değeri, yüksek ikame oranı ile birlikte sırasıyla 1.31 mg GAE 100 g⁻¹'den 13.94 mg GAE 100 g⁻¹'e ve %30.07'den %84.93'e kadar önemli düzeyde artış göstermiştir. Mor havuç tozu ikamesi ile cips örneklerinin *L** değerlerinde azalma, *a** ve *b** değerlerinde ise bir artış belirlenmiştir. Kontrol cips örnekleri ile kıyaslandığında, mor havuç tozu ikamesi cips örneklerinin çap, kalınlık, sertlik ve kırılabilirlik değerlerini artırmıştır. Duyuşal değerlendirme sonucuna göre, mor havuç tozunun %10 seviyesine kadar ikame edilmesi panelistler tarafından kabul edilebilir bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mor havuç, Cips, Fonksiyonel gıda, Besinsel özellik

ABSTRACT

In this study, purple carrot (*Daucus carota* L.), which takes attention with its functional properties, was substituted to the chips formulation at five different ratios (0, 10, 20, 30 and 40%) instead of wheat flour, and the effect of purple carrot powder on the total phenolic content, antioxidant activity, color, physical and sensory properties of the chips samples were investigated. The total phenolic content and antioxidant activity value of the chips samples increased significantly from 1.31 mg GAE 100 g⁻¹ to 13.94 mg GAE 100 g⁻¹ and from 30.07% to 84.93%, respectively (p<0.05). A decrease in *L** values and an increase in *a** and *b** values of the chips samples were determined with the addition of purple carrot powder. Compared with control chips samples, the use of purple carrot powder increased the diameter, thickness, hardness and fracturability values of the chips samples. According to the sensory evaluation results, the substitution of purple carrot powder up to 10% was found acceptable level by the panelists.

Key Words: Purple carrot, Chips, Functional food, Nutritional properties

Giriş

Fonksiyonel ürün tüketimine yönelik talebin artmasıyla birlikte atıştırmalık ürün yelpazesinin de her geçen gün genişlediği görülmektedir.

Yaşanan sağlık sorunlarının artması, bilinçli beslenme alışkanlıkları, az ürün ile yüksek besin talebi tüketicinin sağlıklı ve fonksiyonel atıştırmalıklara olan ilgisini arttırmaktadır. Bu nedenle; polifenoller, antioksidanlar, biyoaktif

peptitler, probiyotikler, vitaminler ve mineraller gibi fonksiyonel bileşenler tüketicilerin kardiyovasküler, diyabet, obezite, depresyon, gastrointestinal bozukluklar ve yetersiz beslenme gibi hastalıkları önleme veya kontrol etme potansiyellerini artırmak için çeşitli gıda ürünlerine doğrudan eklenmektedir.

Günlük yaşamda gerekli enerjinin sağlanmasında önemli bir yere sahip olan ekme, bisküvi, kek ve tahıl bazlı atıştırmalıklar gibi gıda ürünleri, tüketicilerin besin ihtiyaçlarını sağlayarak büyük miktarlarda tüketilmektedir (Ktenioudaki ve Gallagher, 2012). Ancak tahıl bazlı atıştırmalıklar arasında da yer alan cipsler düşük protein, vitamin ve lif içeriğine karşı yüksek enerji değeri, tuz, yağ içeriği ve trans doymuş yağ asitleri nedeniyle sağlıksız olarak algılanmaktadır (Korkerd ve ark., 2016). Bu sebeple tahıl ürünleri karotenoidler, askorbik asit ve fenolik asitler (antosiyaninler, tanenler) gibi yüksek oranda biyoaktif bileşikler açısından zengin meyve sebzeler ile besinsel kalite açısından geliştirilmektedir. Tahıl bazlı ürün formülasyonlarına meyve ve sebzelerin dahil edilmesi protein ve fitokimyasallar açısından zengin sağlıklı ürün eldesini sağlamaktadır (Francis ve Phelps, 2003; Pekmez ve Yılmaz, 2018).

Mor havuç (*Daucus carota* L.) çoğunlukla Türkiye, Mısır ve Hindistan'da yetiştirilen ve antosiyanin (17.4-45.4 g/kg) açısından zengin bir üründür (Türkyılmaz ve ark., 2012). Mor havuçta sinnamik asitlerin (kafeik, ferulik ve p-kumarik asitler) esterleşmesinden kaynaklanan hidroksisinnamik asit türevleri olan klorojenik asitler, karotenoidler, poliasetlenler, falcarindiol, falcarindiol-3-asetat ve antosiyaninler (siyanidin, delphinidin, petunidin, peonidin, malvidin ve pelargonidin) gibi çok sayıda biyoaktif bileşik bulunmaktadır (Sun ve ark., 2009; Arscott ve Tanumihardjo, 2010; Chatatikun ve Chiabchalar, 2013). Bu biyoaktif bileşenler antioksidan, antiinflamatuvar, antiateroskleroz, antitrombosit agregasyonu, antitümör, antimikrobiyal ve antialerjik ajanlar olarak biyokimyasal ve farmakolojik rolleri açısından önemlidir (Rao ve Rao, 2007). Mor havuç, glutensiz muffin (Singh ve

ark., 2016), pandispanya (Song ve ark., 2016), noodle (Singh ve ark., 2018), bisküvi (Cho ve Chung, 2019), kek (Olçay ve ark., 2021) ve şalgam (Kahve ve ark., 2022) gibi ürünlere farklı formlarda dahil edilerek kullanılmış olup ancak mor havuç tozu kullanımının tahıl bazlı atıştırmalık cips kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, mor havuç tozu (% 0, 10, 20, 30 ve 40) ile zenginleştirilmiş cipslerin besinsel ve kalite özelliklerini değerlendirmektir. Mor havuç ikamesinin cipslerin özelliklerinin belirlenmesi için de son ürünlerde bazı fiziksel, kimyasal, besinsel ve duyuşsal özelliklerdeki değişimler incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Mor havuç (*Daucus carota* L.), buğday unu, tuz, kırmızı toz biber, kimyon, sarımsak tozu Konya (Türkiye) piyasasından tedarik edilmiştir.

Metot

Mor havuç tozu üretimi

Mor havuçlar temin edilip yıkandıktan sonra 1 mm kalınlığında dilimlenmiş, ardından alüminyum tepsiler içerisinde kurutma kağıdı üzerine tek sıra olarak dizilerek etüvde (KD 200, Nüve, Türkiye) 50 ± 1 °C'de 22 saat boyunca konveksiyonel olarak kurutulmuştur. Kurutulan mor havuçlar, laboratuvar tipi bir öğütücüyle (Alveo, Konya, Türkiye) 500 µm gözenek çapına sahip elekten geçecek şekilde öğütülerek kullanıma kadar +4 °C'de polietilen torbalarda muhafaza edilmiştir.

Cips üretimi

Kontrol cips örneğinin üretimi için; 100 g buğday unu, 2.5 g tuz, 2 g sarımsak tozu, 1 g kırmızı pul biber, 1 g kimyon, ve 80 ml su bir yoğurucu (Hobart N50, Offenburg, Almanya) içerisinde yoğrulmuştur. Elde edilen cips hamuru 2.5 gr'lık parçalara ayrılarak hamur parçaları 300 °C'deki iki teflon plaka arasında 2.5 dakika süre ile pişirilmiştir. Cips örnekleri oda sıcaklığına (25 ± 2 °C) gelene kadar soğutulmuş, ardından analizler

gerçekleştirilene kadar oda sıcaklığında polietilen torbalar içerisinde muhafaza edilmiştir. Mor havuç tozu içeren cips örneklerinin üretimi için, buğday unu %10-40 oranlarında mor havuç tozu ile ikame edilmiş olup kontrol cips örneğinin üretiminde kullanılan prosedürün aynı uygulanmıştır.

Renk ölçümü

Cips örneklerinin renk analizi Hunter Lab Chroma Meter (Minolta CR-400, Osaka, Japonya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cipslerin renk değerleri L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık) ve b^* (sarıklık) olarak kaydedilmiştir. a^* ve b^* değerleri kullanılarak aşağıdaki formüller ile doygunluk indeksi ve renk tonu açısı hesaplanmıştır (Francis, 1998).

$$\text{Doygunluk indeksi} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (1)$$

$$\text{Renk tonu açısı} = \arctan(b^*/a^*) \quad (2)$$

Analiz başlangıcında ilk olarak cihaz beyaz bir referans karosu ile kalibre edilmiştir. Daha sonra her cips örneğinde üç kez ve beş farklı noktada renk ölçüm değerleri belirlenmiştir.

Çap, kalınlık ve yayılma oranı ölçümleri

Cips örneklerinin çap ve kalınlık değerleri bir dijital kumpas (0.001 mm, Mitutoyo, Tokyo, Japonya) kullanılarak ölçülmüştür (AACC, 1990). Yayılma oranı ise cips örneklerinin çaplarının (mm), kalınlıklarına (mm) oranlanmasıyla elde edilmiştir (Singh ve Mohamed, 2007).

Tekstür analizi

Kontrol ve mor havuç tozu ikameli cips örneklerinin sertlik ve kırılma değerleri TA.XT Plus Texture Analyzer (Stable Micro Systems Ltd., Surrey, İngiltere) cihazı yardımıyla belirlenmiştir. 3 noktalı kırma probu (HDP/3PB) kullanılarak gerçekleştirilen analizlerde, ön-test hızı 1.0 mm sn⁻¹, test hızı 3.0 mm sn⁻¹, son-test hızı 10.0 mm sn⁻¹, uzaklık 5 mm ve trigger kuvveti 50 g olarak ayarlanmıştır (AACC, 2010).

Kimyasal analizler

Cips örneklerinin toplam fenolik madde miktarı Gamez-Meza ve ark. (1999) tarafından belirtilen Folin-Ciocalteu metodu kullanılarak belirlenmiştir. Öğütülmüş cips örnekleri (4 g), 20 ml asitlendirilmiş metanol çözücü (metanol:saf su:HCl, 80:10:1, v/v/v) içerisinde 2 saat süre ile 24±1 °C'deki çalkalamalı su banyosunda (Daihan Wisbath WSB-30, Gangwon, Güney Kore) ekstrakte edilmiştir (Gao ve ark., 2002, Beta ve ark., 2005). Süre sonunda tüpler 3000 rpm'de 10 dakika santrifüjlenerek supernatant elde edilmiş olup, örnekler analiz için hazır hale getirilmiştir. Analiz için, elde edilen süpernatanttan 0.1 ml alınarak üzerine 1.5 ml sodyum karbonat (%7.5, w/v), 0.5 ml Folin-Ciocalteu reaktifi (%10, v/v) ve 7.9 ml saf su eklenerek deney tüpünde karıştırılmış ve 24±1 °C sıcaklıkta karanlık bir ortamda 2.5 saat süre ile inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda örneklerin absorbans değerleri spektrofotometrede (Libra S60, Biochrom Ltd., Cambridge, İngiltere) 760 nm dalga boyunda okunmuş ve toplam fenolik madde miktarı kuru madde esasına göre mg gallik asit eşdeğeri 100 g⁻¹ (mg GAE 100 g⁻¹) olarak hesaplanmıştır.

Cips örneklerinin antioksidan aktivite değerleri Gyamfi ve ark. (1999) ve Beta ve ark. (2005) tarafından belirtilen 2-2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) metoduna göre belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı analizinde elde edilen ekstrakt kullanılmak üzere; 0.1 ml ekstrakt üzerine 0.9 ml Tris-HCl tampon çözeltisi ve 2 ml metanolik DPPH çözeltisi ilave edilerek 30 dk boyunca 24±1 °C sıcaklıkta karanlık bir ortamda inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda cips örneklerine ait absorbans değerleri 517 nm dalga boyunda okunmuştur. Kör olarak 0.1 ml ekstraksiyon çözeltisi, 0.9 ml Tris-HCl tampon çözeltisi ve 2 ml metanolik DPPH içeren örneğin okuması gerçekleştirilmiş olup, örneklerin antioksidan aktivite değerleri aşağıdaki formül yardımıyla % antioksidan aktivite olarak belirlenmiştir.

$$\text{Antioksidan aktivite (\%)} = \frac{(\text{Abs}_{\text{kör}} - \text{Abs}_{\text{örnek}})}{\text{Abs}_{\text{kör}}} \times 100 \quad (3)$$

Duyusal analiz

Duyusal analizler Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümündeki öğretim elemanları ve lisansüstü öğrencilerinden oluşan, yaşları 20-35 arasında değişen 12 kişilik panel grubuyla, cips örneklerinin değerlendirilme kriterleri hakkında kısa bir ön bilgilendirme yapıldıktan sonra, beyaz bir zemin üzerinde rastgele olmak üzere kodlama yapılarak gerçekleştirilmiştir. Cips örnekleri tat, koku, renk, kırılgenlik, görünüş ve genel beğeni bakımından 1-7 hedonik skala kullanılarak değerlendirilmiştir. Değerlendirilmede 7 çok iyi ve 1 çok kötü olarak tanımlanmıştır

İstatistiksel analiz

İstatistiksel analizler, JMP (SAS Institute, NC, ABD) programı kullanılarak sonuçlara varyans analizi uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları arasındaki farkların ortalamaları ise Tukey HSD testi ile karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçları ortalama \pm standart sapma şeklinde verilmiş ve %95 güven aralığında değerlendirilmiştir (Düzgüneş ve ark., 1987).

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Mor havuç tozu ikameli cips üretiminde kullanılan hammaddelere ait analitik analiz sonuçları Çizelge 1’de özetlenmiştir.

Hammaddelerin renk değerlerine bakıldığında, mor havuç tozunun parlaklığının (L^*) buğday unundan oldukça düşük, kırmızı (a^{*+}) ve mavi (b^{*-})

renk değerlerinin ise yüksek olduğu görülmektedir. Literatürde ham ve sıcak hava ile kurutulmuş mor havucun L^* , a^* ve b^* değerlerinin sırasıyla; 26.95 ve 24.09, 11.35 ve 6.30, -0.73 ve -2.80 olduğu bildirilmiştir (Uyan ve ark., 2004). Başka bir çalışmada ise taze ve konveksiyonel olarak kurutulmuş kara havucun L^* değerleri sırasıyla 21.88 ile 30.89, a^* değerleri sırasıyla 2.39 ile 7.96 ve b^* değerleri ise sırasıyla 0.96 ile 0.87 olarak tespit edilmiştir (Keskin ve ark., 2021).

Antosiyenin pigmenti köksebzelerde koyu mor renkten sorumlu bir bileşik olup, ürünün besinsel ve teknolojik özellikleri açısından da öneme sahiptir. Mor havuçtaki antosiyeninlerin tümünün siyanidin glikozitleri olduğu bildirilmiştir. Yüksek antosiyenin içeriği ile mor havuç; genellikle şekerlemeler, reçeller, dondurulmuş tatlılar gibi gıdalarda doğal bir renk ajanı olarak kullanılmaktadır (Witrowa-Rajchert ve ark., 2009; Murali ve ark., 2019). Ayrıca mor havuçtan elde edilen ekstraktlar meyve suyu, kek, ekmek, dondurma vb. gıdalarda da renklendirici olarak kullanılabilir (Keskin ve ark., 2021). Mor havuç tozu ve buğday ununun renk değerleri arasındaki farkın, hammaddelerin içeriklerindeki pigmentler arasındaki farklılıktan kaynaklandığı söylenebilir. Mor havuç tozunun renk değerleri ile literatürde bildirilen renk değerleri arasındaki farklılığın ise örnekler arasındaki antosiyenin içeriği ve kantitatif bileşimi arasındaki farktan kaynaklanıyor olabileceği söylenebilir (Witrowa-Rajchert ve ark., 2009).

Çizelge 1. Analitik analiz sonuçları¹
Table 1. Analytical analysis results

	Buğday unu	Mor Havuç tozu
L^*	95.31 \pm 0.01a	48.22 \pm 0.06b
a^*	-0.32 \pm 0.01b	16.21 \pm 0.18a
b^*	10.22 \pm 0.02a	-1.68 \pm 0.07b
Doygunluk İndeksi	10.23 \pm 0.02b	16.30 \pm 0.19a
Saturation index		
Renk Tonu Açısı	91.79 \pm 0.06b	354.08 \pm 0.18a
Hue Angle		
TFMM (mg GAE 100g ⁻¹)	1.39 \pm 0.02b	22.01 \pm 1.62a
TPC (mg GAE 100g ⁻¹)		
Antioksidan aktivite (%)	15.00 \pm 0.63b	62.18 \pm 1.20a
Antioxidant activity (%)		

¹ Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (P>0.05). TFMM: Toplam fenolik madde miktarı. TPC: Total phenolic content

Mor havuç tozunun doygunluk indeksi ve renk tonu açısı değerlerinin buğday unundan yüksek olduğu tespit edilmiştir. Uyan ve ark. (2004) ham ve sıcak havayla kurutulmuş mor havuç tozunun doygunluk indeksi değerlerini 11.37 ve 6.89 olarak tespit etmişlerdir. Doymunluk indeksi değeri, örneklerin renginin saflığının bir göstergesidir (De Pilli ve ark., 2014). De Pilli ve ark. (2014) yüksek renk tonu açısı ve düşük doymunluk indeksi değerlerinin Maillard reaksiyonu sonucu meydana gelen pigment degradasyonunun bir göstergesi olduğunu bildirmişlerdir. Literatüre kıyasla mor havuç tozu örneğinin doymunluk indeksi ve renk tonu açısı değerinde gözlemlenen farklılıkların örnekler arasındaki cins, yetiştirme koşulları vb. farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca De Pilli ve ark. (2014) çalışmasında bildirilen bilgiler ışığında, mor havuç tozu örneğinde elde edilen yüksek doymunluk indeksi kurutma sırasında örnekte renk pigmentlerinin korunmasına atfedilebilir.

Mor havuç tozunun toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesi, buğday unundan oldukça yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde Witrowa-Rajchert ve ark. (2009), iki farklı mor havuç çeşidinin (deep purple ve purple haze) kurutulması üzerine yaptıkları çalışmada, farklı metotlarla kurutulan deep purple çeşidi havucun antosiyanin içeriğinin kuru maddede 563.1-919.9 mg 100 g⁻¹ arasında, toplam fenolik madde içeriğinin kuru maddede 2766 mg klorojenik asit 100 g⁻¹ arasında, TEAC antioksidan kapasitesinin ise 169-285 µmol Trolox 100 g⁻¹ arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Purple haze çeşidi havuçta ise bu değerlerin sırasıyla 211.4-238.5 mg 100 g⁻¹, 1448-1997 mg klorojenik asit 100 g⁻¹ ve 78.1-122.7 µmol Trolox 100 g⁻¹ arasında değiştiği bulunmuştur. Uyan ve ark. (2004) ise sıcak havayla kurutulan mor havucun DPPH radikal yakalama aktivitesi için EC50 değerini 8.79 (mg örnek mg DPPH⁻¹) olarak tespit etmişlerdir. Bu bilgiler ışığında, bu çalışmada elde edilen sonuçların literatürle uyum içerisinde olduğu, mor havucun toplam fenolik madde içeriğinin ve antioksidan aktivitesinin oldukça yüksek olduğu ve değerler arasındaki farklılıkların kullanılan

havucun cinsi ve analiz metodu arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

Mor havuç tozu ikameli cips örneklerinin renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 2'de gösterilmektedir. Mor havuç tozu ikame oranındaki artış, cips örneklerinin L^* değerinde önemli bir azalmaya, a^* değerinde ise önemli bir artışa neden olmuştur ($p < 0.05$). Fakat %20-40 ikame oranına sahip örneklerin a^* değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0.05$). En yüksek b^* değerinin kontrol örneğinde olduğu ve artan mor havuç tozu ikamesiyle örneklerin b^* değerinde bir artış meydana geldiği görülmüştür. Benzer şekilde Cho ve Chung (2019), siyah havuç tozu ikamesiyle üretilen bisküvi örneklerinin L^* ve b^* değerlerinin kontrol örneğinden daha düşük, a^* değerinin ise daha yüksek bulunduğunu tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada ise mor havuç tozuyla üretilen kek örneklerinin iç dokularında, ikame oranındaki artış ile L^* ve b^* renk değerlerinin azalma, a^* değerinin ise artış gösterdiği bildirilmiştir (Olçay ve ark., 2021). Mor havuç tozu ikamesiyle L^* ve b^* değerlerinde meydana gelen azalma ve a^* değerinde meydana gelen artış, literatürde pirinç keki (Singh ve ark., 2016) ve ekmek (Pekmez ve Yılmaz, 2020) örnekleri için de bildirilmiştir. Hammadde renk değerleri de göz önüne alındığında renk değerlerinde tespit edilen artış ve azalmalar beklenen sonuçlar olup, bu sonuçların literatürle de uyum içerisinde olduğu söylenebilir.

Örneklerin doymunluk indeksi ve renk tonu açısı değerlerine bakıldığında, b^* değerlerine benzer şekilde, en yüksek doymunluk indeksi ve renk tonu açısı değerlerinin kontrol örneğinde bulunduğu, mor havuç ikame oranındaki artışla birlikte doymunluk indeksi ve renk tonu açısı değerlerinin deskriptif olarak arttığı tespit edilmiştir. %20-40 ikame oranlarına sahip örneklerin doymunluk indeksi değerleri arasında ise istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara benzer şekilde, Olçay ve ark. (2021) kek örneklerinde artan mor havuç tozu ikamesiyle kabuk renginde doymunluk indeksi ve renk tonu açısı değerlerinin azalma gösterdiğini tespit etmişlerdir. Cips örneklerinin

doygunluk indeksi ve renk tonu açısı reaksiyonunun bir sonucu olabileceği söylenebilir değerlerindeki bu azalmanın, artan ikame oranıyla (De Pilli ve ark., 2014). birlikte örneklerde meydana gelen Maillard

Çizelge 2. Mor havuç tozu ikameli cips örneklerine ait renk analiz sonuçları¹
Table 2. Color analysis results of purple carrot powder substituted chips

İkame oranı (%) Substitution ratio (%)	L*	a*	b*	Doygunluk İndeksi Saturation index	Renk Tonu Açısı Hue Angle
%0	68.34 ± 0.07a	7.13 ± 0.05c	25.55 ± 0.26a	26.52 ± 0.24a	74.40 ± 0.25a
%10	42.25 ± 0.16b	7.76 ± 0.04b	5.18 ± 0.01d	9.32 ± 0.04c	33.74 ± 0.10d
%20	37.00 ± 0.04c	8.64 ± 0.04a	7.60 ± 0.11c	11.50 ± 0.04b	41.35 ± 0.56c
%30	35.58 ± 0.29d	8.71 ± 0.12a	7.92 ± 0.30bc	11.78 ± 0.29b	42.28 ± 0.67bc
%40	33.54 ± 0.17e	8.76 ± 0.16a	8.99 ± 0.07b	12.55 ± 0.06b	45.74 ± 0.75b

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir (P>0.05).

Cips örneklerinin fiziksel analiz sonuçları Çizelge 3'te özetlenmektedir. Artan mor havuç tozu ikamesiyle cips örneklerinin çap ve kalınlık değerlerinin azaldığı ve bu değerlere bağlı olarak yayılma oranının ise arttığı görülmektedir. Literatürde mor havuç tozu ikamesiyle üretilen ekmeklerin çap ve kalınlık değerlerinin de artan ikame oranıyla birlikte deskriptif olarak azaldığı bildirilmiştir (Pekmez ve Yılmaz, 2020). Cho ve Chung (2019) mor havuç tozu ikamesiyle üretilen bisküvi örneklerinde, mor havuç tozu ikame oranının artmasıyla örneklerin yayılma oranı değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir. Yayılma oranı, bisküvilerin çap değerlerinin kalınlık değerlerine bölünmesiyle hesaplanmış olup,

yayılma oranındaki azalışın artan mor havuç tozu ikamesiyle birlikte örneklerin çap değerlerinde meydana gelen azalmanın bir göstergesi olduğu söylenebilir. Hamur bileşimindeki lif içeriğinin yüksek olması, hamurun su kapasitesini, dolayısıyla kuruluğunu artırıcı bir etki göstermekte, bu durum ise akış için gerekli viskozitenin azalmasına, yani hamurun yayılabilirliğinin azalmasına neden olmaktadır (Lim ve Cha, 2014; Lee, 2015). Bu bilgi ışığında, cips örneklerinin çap değerlerindeki azalış, mor havuç tozu ikamesiyle artan lif oranına bağlı olarak viskozitenin azalmasından kaynaklanıyor olabilir.

Çizelge 3. Mor havuç tozu ikameli cips örneklerine ait fiziksel analiz sonuçları¹
Table 3. Physical analysis results of purple carrot powder substituted chips

İkame oranı (%) Substitution ratio (%)	Çap (mm) Diameter (mm)	Kalınlık (mm) Thickness (mm)	Yayılma oranı Spread ratio	Sertlik (g) Hardness (g)	Kırılabilirlik (mm) Fracturability (mm)
%0	38.00 ± 0.50a	1.45 ± 0.05a	26.22±0.55b	1975.28 ± 5.10a	17.95 ± 0.07a
%10	37.15 ± 0.65ab	1.35 ± 0.05ab	27.53±0.53ab	1742.34 ± 6.01ab	17.75 ± 0.04ab
%20	35.45 ± 0.05bc	1.25 ± 0.05ab	28.38±1.08ab	1359.60 ± 254.67abc	17.66 ± 0.08ab
%30	34.50 ± 0.20cd	1.15 ± 0.05b	30.02±1.12a	1165.32 ± 13.10bc	17.59 ± 0.01b
%40	33.55 ± 0.05d	1.10 ± 0.01b	30.50±0.35a	930.70 ± 112.72c	17.16 ± 0.02c

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir (P>0.05).

Çap ve kalınlık değerlerine benzer şekilde, cips örneklerinin sertliği ve kırılabilirliğinin de artan mor havuç tozu ikamesiyle birlikte azaldığı tespit edilmiştir. Sertlik değeri, kullanılan hammaddelerin nem içeriği ve kullanım miktarı, hamurun yoğunluğu ve gözeneklerin gelişimi gibi pek çok faktörden etkilenmektedir (Joo ve Choi,

2012; Joung ve ark., 2017). Kırılabilirlik değeri, örneğin bir kuvvet karşısında, kırılana kadar geçen sürede deformasyona karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmakta olup, kırılabilirlik değerinin yüksek olması örneğin esnekliğinin de fazla olduğuna işaret etmektedir (Hwang ve ark., 2016). Bu bilgilerden yola çıkılarak, cips örneklerinde

mor havuç tozu ikamesiyle meydana gelen nem ve lif içerikleri, hamur yoğunlukları ve gözenek yapıları arasındaki farklılıkların, örneklerin sertlik ve kırılabilirlik değerlerinde azalmaya neden olduğu yorumu yapılabilir.

Cips örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite analizlerine ait sonuçlar Çizelge 4'te gösterilmektedir. En düşük toplam fenolik madde miktarı ($1.31 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$) ve antioksidan aktivite değeri (%30.07) kontrol örneğinde bulunurken, en yüksek değerler (sırasıyla $13.94 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$ ve %84.93) %40 mor havuç tozu ikamesine sahip örnekte tespit edilmiştir. Mor havuç tozu ikame oranındaki artış örneklerin hem TFMM hem de antioksidan aktivite değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir artışa neden olmuştur ($P < 0.05$). Fakat %30 ve %40 ikame oranına sahip örneklerin antioksidan değerleri arasındaki farkın önemsiz olduğu görülmektedir ($p > 0.05$). Benzer şekilde Cho ve Chung (2019), bisküvi örneklerinde %15 oranına kadar mor havuç tozu ikamesiyle örneklerin toplam fenolik madde içeriklerinin $24.0\text{-}103.5 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$ arasında, DPPH radikal yakalama

aktivitelerinin ise %9.11-88.79 arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada ise %20 oranına kadar mor havuç tozu ikamesiyle üretilen kek örneklerinin toplam fenolik madde içeriklerinin $22.38\text{-}96.39 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$, antioksidan aktivitelerinin ise %24.26-75.78 arasında değiştiği bildirilmiştir (Olçay ve ark., 2021). Her iki çalışmada da mor havuç tozu ikamesindeki artışın örneklerin TFMM ve antioksidan aktivitelerini önemli derecede artırdığına dikkat çekilmiştir ($p < 0.05$). Ayrıca literatürde mor havuç tozu ikamesinin noodle örneklerinin antosiyanin ve flavonoid içerikleri ile antioksidan aktivitesini (Singh ve ark., 2018), ekme örneklerinin ise toplam fenolik madde içeriği ile antioksidan aktivitesini ve gücünü artırdığı (Pekmez ve Yılmaz, 2020) bildirilmiştir. Cips örneklerine ait kimyasal analiz sonuçlarının literatürle uyum içerisinde olduğu, literatürde bildirilen çalışmalar ile elde ettiğimiz sonuçlar arasındaki deskriptif farklılıkların ise kullanılan hammaddenin cinsi, son ürün çeşidi vb. farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 4. Mor havuç tozu ikameli cips örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları¹

Table 4. Chemical analysis results of purple carrot powder substituted chips

İkame oranı (%) Substitution ratio (%)	TFMM ($\text{mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$) TPC ($\text{mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$)	Antioksidan aktivite (%) Antioxidant activity (%)
%0	$1.31 \pm 0.02\text{b}$	$30.07 \pm 0.21\text{c}$
%10	$4.24 \pm 0.20\text{ab}$	$66.41 \pm 4.72\text{b}$
%20	$5.76 \pm 0.66\text{ab}$	$78.52 \pm 2.46\text{ab}$
%30	$9.40 \pm 0.53\text{ab}$	$87.60 \pm 0.28\text{a}$
%40	$13.94 \pm 3.09\text{a}$	$84.93 \pm 0.14\text{a}$

¹ Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($P > 0.05$). TFMM: Toplam fenolik madde miktarı. TPC: Total phenolic content

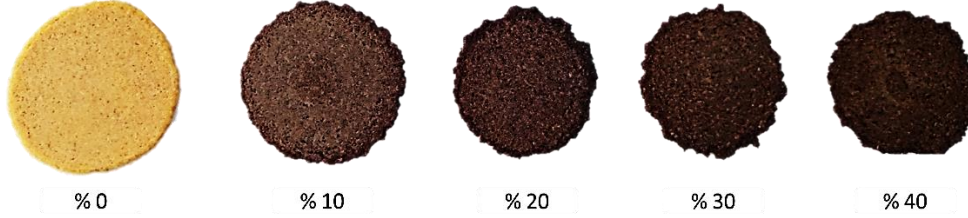
Mor havuç tozu ikamesiyle üretilen cips örneklerinde (Şekil 1) gerçekleştirilen duyu analize ait sonuçlar Şekil 2'de gösterilmektedir. Mor havuç tozu ikamesiyle, örneklerin tüm duyu parametrelerindeki beğenilerinin azaldığı görülmektedir. Mor havuç tozu ikamesinden en çok etkilenen duyu analiz parametresinin renk özelliği olduğu dikkat çekmektedir. Renk değerlerindeki değişimler Çizelge 2'de de belirtilmiş olup, renk parametresindeki bu düşüşün asıl etmeni mor havuç tozunu kendine

has rengi olmakla birlikte aynı zamanda pişme sırasında gerçekleşen Maillard reaksiyonunda olabileceği söylenebilir. Kırılabilirlik parametresine ait değerlendirmeler 4.83-4.87 puan arasında değişim göstermekte olup, duyu olarak mor havuç tozu ikamesinden en az etkilenen parametrenin kırılabilirlik olduğu dikkat çekmektedir. %10 ve %20 ikame oranına sahip örneklerin, tat ve koku parametrelerinde kontrol örneğine yakın puanlar elde ettiği görülmüştür. Benzer şekilde Singh ve ark. (2018) duyu analiz

sonucunda, mor havuç tozu ikamesi ile noodle örneklerinin renk, tat, aroma, tekstür ve genel beğeni özelliklerine ait beğeni puanlarında bir azalma tespit etmişlerdir.

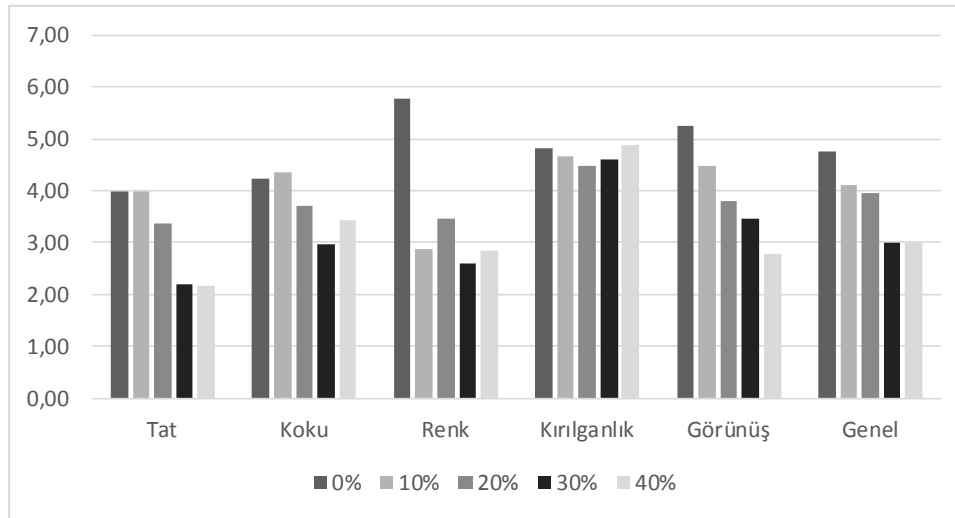
Pekmez ve Yılmaz (2020) ise yine artan oranlarda mor havuç tozu ikamesinin ekmek örneklerinde renk, tat-aroma, koku, sıklık ve genel beğeni parametrelerinin duysal

değerlendirme puanlarında bir azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir. Örneklerin genel beğeni değerlerinin ikame oranındaki artışla birlikte sırasıyla 4.77, 4.10, 3.94, 3.00 ve 3.00 olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla %10 ve %20 ikame oranına sahip örneklerin duysal açıdan kabul edilebilir olduğu söylenebilir.



Şekil 1. Mor havuç tozu ikameli cips örnekleri

Figure 1. Chips samples with purple carrot powder substitute



Şekil 2. Mor havuç tozu ikameli cips örneklerine ait duysal analiz sonuçları

Figure 2. Sensory analysis results of chips samples with purple carrot powder substitute

Sonuç

Mor havuç tozu, yüksek fenolik bileşik içeriği ve antioksidan aktivitesi sayesinde cips örneklerinin besinsel özelliklerinde önemli bir artış sağlamıştır. Fakat mor havuç tozu ikame oranındaki artışla beraber son ürünün renk, fiziksel ve tekstürel özelliklerinde kalite kayıpları da meydana gelmiştir. Duyusal değerlendirmede %10 ve 20 ikame oranına sahip örneklerin panelistler tarafından kabul edilebilir olduğu görülmüştür.

Mor havuç tozu, son ürünün kalite özellikleri korunacak şekilde, belli bir orana kadar, gıda ürünlerinin zenginleştirilmesinde kullanıma

potansiyeline sahip, önemli bir hammadde olarak görülmektedir. Bu çalışmada, alternatif sağlıklı bir atıştırmalık olarak mor havuç tozu ikameli cips üretiminin başarı ile sonuçlandığı söylenebilir. Mor havuç tozunun diğer gıda formülasyonlarında kullanımı ve son ürünlerde gerçekleştirilecek fenolik madde kompozisyonu, diyet lif ve sindirilebilirlik vb. gıda analizleri gelecek çalışmaların konusunu oluşturmaktadır.

Kaynakça

AACC (1990). Approved methods of the AACC International (8th ed.). St. paul, MN, USA: American Association of Cereal Chemists.

- AACC (2010). Approved methods of the AACC International (11th ed.). St. Paul, MN, USA: American Association of Cereal Chemists.
- Arcott, S. A., & Tanumihardjo, S. A. (2010). Carrots of many colors provide basic nutrition and bioavailable phytochemicals acting as a functional food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9, 223-239.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E., & Sapiirstein, H. D. (2005). Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. *Cereal Chemistry*, 82(4), 390-393.
- Chatatikun, M., & Chiabchalard, A. (2013). Phytochemical screening and free radical scavenging activities of orange baby carrot and carrot (*Daucus carota* Linn.) root crude extracts. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 5, 97-102.
- Cho, M. R., & Chung, H. J. (2019). Quality characteristics and antioxidant activity of cookies made with black carrot powder. *Journal of the Korean Society of Food Culture*, 34(5), 612-619.
- De Pilli, T., Giuliani, R., Derossi, A., & Severini, C. (2014). Development of Maillard reaction in pasta dried by microwaves. *Italian Journal of Food Science*, 26(2), 183.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. 1987, Araştırma ve deneme metotları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 295, Ankara.
- Francis, F. J. (1998). Colour analysis. In S. S. Nielsen (Ed.), Food analysis. Maryland, Gaithersburg, USA: An Aspen Publishers, 599-612.
- Francis, D., & Phelps, S. K. (2003). Fruit and vegetable juice powders add value to cereal products. *Cereal Foods World*, 48, 244-6.
- Gamez-Meza, N., Noriega-Rodriguez, J. A., Medina-Juarez, L. A., Ortega Garcia, J., Cazarez-Casanova, R., & Angulo-Guerrero, O. (1999). Antioxidant activity in soybean oil of extracts from thompson grape bagasse. *Journal of the American Oil Chemists Society (AOCS)*, 76, 1445-1447.
- Gao, L., Wang, S., Oomah, B. D., & Mazza, G. (2002). Wheat quality: Antioxidant activity of wheat millstreams. *Wheat Quality Elucidation*, 219-233.
- Gyamfi, M. A., Yonamine, M., & Aniya, Y. (1999). Free-radical scavenging action of medicinal herbs from Ghana: *Thonningia sanguinea* on experimentally-induced liver injuries. *General Pharmacology: The Vascular System*, 32(6), 661-667.
- Hwang, H. S., Singh, M., & Lee, S. (2016). Properties of cookies made with natural wax-vegetable oil organogels. *Journal of Food Science*, 81(5), C1045-C1054.
- Joo, S. Y., & Choi, H. Y. (2012). Antioxidant activity and quality characteristics of black rice bran cookies. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 41(2), 182-191.
- Joung, K. Y., Song, K. Y., Zhang, Y., Shin, S. Y., & Kim, Y. S. (2017). Quality characteristics and antioxidant activities of cookies containing teff (*Eragrostis tef*) flour. *The Korean Journal of Food And Nutrition*, 30(3), 501-509.
- Kahve, H. I., Akbulut, M., & Coklar, H. (2022). Identification and technological characterization of endogenous yeast isolated from fermented black carrot juice, shalgam. *LWT-Food Science and Technology*, 154, 112823.
- Keskin, M., Guclu, G., Sekerli, Y. E., Soysal, Y., Selli, S., & Kelebek, H. (2021). Comparative assessment of volatile and phenolic profiles of fresh black carrot (*Daucus carota* L.) and powders prepared by three drying methods. *Scientia Horticulturae*, 287, 110256.
- Korkerd, S., Wanlapa, S., Puttanlek, C., Uttapap, D., & Rungsardthong, V. (2016). Expansion and functional properties of extruded snacks enriched with nutrition sources from food processing by-products. *Journal of Food Science and Technology*, 53(1), 561-570.
- Ktenioudaki, A., & Gallagher, E. 2012. Recent advances in the development of high-fiber baked products. *Trends in Food Science & Technology*, 28, 4-14.
- Lee, J. (2015). Quality characteristics of cookies added with kale powder. *Culinary Science and Hospitality Research*, 21(3), 40-52.
- Lim, H. S., & Cha, G. H. (2014). Quality characteristics of cookies with persimmon peel powder. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 30(5), 620-630.
- Murali, S., Kar, A., & Patel, A. S. (2019). Storage stability of encapsulated black carrot powder prepared using spray and freeze-drying techniques. *Current Agriculture Research Journal*, 7(2), 261-267.
- Olçay, N., Aslan, M., Demir, M. K., & Ertaş, N. (2021). Development of a functional cake formulation with purple carrot powder dried by different methods. *Food and Health*, 7(4), 242-250.
- Pekmez, H., & Yılmaz, B. B. (2018). Quality and antioxidant properties of black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) fiber fortified flat bread (Gaziantep Pita). *Journal of Agricultural Science and Technology B*, 8, 522-529.
- Rao, A. V., & Rao, L. G. (2007). Carotenoids and human health. *Pharmaceutical Research*, 55, 207-216.
- Singh, M., & Mohamed, A. (2007). Influence of gluten-soy protein blends on the quality of reduced carbohydrates cookies. *LWT-Food Science and Technology*, 40(2), 353-360.
- Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2016). Development of eggless gluten-free rice muffins utilizing black carrot dietary fibre concentrate and xanthan gum. *Journal of Food Science and Technology*, 53(2), 1269-1278.
- Singh, J., Kaur, S., & Rasane, P. (2018). Evaluation of the nutritional and quality characteristics of black carrot fortified instant noodles. *Current Nutrition & Food Science*, 14(5), 442-449.
- Song, K. Y., Hyeonbin, O., Zhang, Y., & Kim, Y. S. (2016). Quality characteristics and antioxidant properties of sponge cakes containing black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef) flour. *Progress in Nutrition*, 18(2), 176-183.
- Sun, T., Simon, P. W., & Tanumihardjo, S. A. (2009). Antioxidant phytochemicals and antioxidant capacity of biofortified carrots (*Daucus carota* L.) of various colors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 4142-4147.
- Türkyılmaz, M., Yemis, O., & Özkan, M. (2012). Clarification and pasteurisation effects on monomeric anthocyanins and percent polymeric colour of black

- carrot (*Daucus carota* L.) juice. *Food Chemistry*, 134, 1052–1058.
- Uyan, S. E., Baysal, T., Yurdagel, Ü., & El, S. N. (2004). Effects of drying process on antioxidant activity of purple carrots. *Food/Nahrung*, 48(1), 57-60.
- Witrowa-Rajchert, D., Bawoł, A., Czapski, J., & Kidoń, M. (2009). Studies on drying of purple carrot roots. *Drying Technology*, 27(12), 1325-1331.