



# Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 06.08.2020  
Kabul Tarihi : 14.10.2020

Received Date : 06.08.2020  
Accepted Date : 14.10.2020

## KURUTULMUŞ NAR (*Punica granatum*) KABUĞU TOZUNUN GLUTENSİZ BİSKÜVİLERİN TEKSTÜREL, DUYUSAL VE BAZI FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

### EFFECT OF DRIED POMEGRANATE (*Punica granatum*) PEEL POWDER ON TEXTURAL, SENSORY AND SOME PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF GLUTEN-FREE BISCUITS

Sibel BÖLEK<sup>1</sup> (ORCID: 0000-0003-4697-9416)

<sup>1</sup> Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gıda Teknolojisi Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Sibel Bölek, sibel.bolek@sbu.edu.tr

#### ÖZET

Glutensiz bir diyet çölyak hastalığının tedavisinde etkin bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada, zengin fenolik madde içeriği ve yüksek antioksidan özelliklerine rağmen gıda endüstrisinde atık olarak nitelendirilen nar kabuğu tozunun glutensiz fonksiyonel gıda üretiminde kullanım olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla glutensiz bisküvi formülasyonuna %0, %4, %8 ve %12 olmak üzere 4 farklı oranda nar kabuğu tozu buğday unu ile ikame edilmiştir. Nar kabuğu tozunun bisküvilerin renk, nem, kül, yağ, protein, diyet lif, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite değerleri ile tekstürel ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bisküvi formülasyonuna nar kabuğu tozu ilavesi, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve diyet lif içeriklerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde artış sağlamıştır ( $p < 0.05$ ). Bisküvi hamurunun ve bisküvilerin tekstürel özellikleri de nar kabuğu tozu ilavesinden istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilenmiştir. Bisküvi formülasyonundaki nar kabuğu tozu oranı arttıkça duyuşsal panelden alınan puanlarda düşüş görülmüştür. Ancak duyuşsal panelden alınan puanların hepsi duyuşsal panel için orta değer olarak belirlenen 3 puanın üzerinde olduğundan bisküvi formülasyonuna %12 düzeyine kadar nar kabuğu tozu ilavesinin duyuşsal olarak kabul edilebilir bir ürün elde edilmesine olanak sağladığı ortaya çıkarılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bisküvi, *Punica granatum*, diyet lif, antioksidan aktivite, duyuşsal analiz

#### ABSTRACT

A gluten-free diet plays an active role in the treatment of celiac disease. In this study, the possibilities of using pomegranate peel powder, which is considered as waste in the food industry despite its rich phenolic content and high antioxidant properties, in gluten-free functional food production were investigated. For this purpose, the gluten-free wheat flour was substituted by pomegranate peel powder at levels of 0, 4, 8 and 12%. The effect of pomegranate peel powder on color, moisture, ash, oil, protein, dietary fiber, total phenolic content, antioxidant activity, textural and sensory properties of biscuits was investigated. The addition of pomegranate peel powder to the biscuit formulation provided a statistically significant increase in antioxidant activity, total phenolic substance and dietary fiber content of biscuits ( $p < 0.05$ ). The textural properties of biscuit dough and biscuits were also significantly affected by pomegranate peel powder substitution. As the rate of pomegranate peel powder in the biscuit formulation increased, the scores obtained from the sensory panel decreased. However, since the scores obtained from the sensory panel were all above 3 point determined as the middle value for sensory panel, it was revealed that the addition of pomegranate peel powder to the biscuit formulation up to 12% enables acceptable product in terms of sensory properties.

**Keywords:** Biscuit, *Punica granatum*, dietary fiber, antioxidant activity, sensory analysis

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Sibel BÖLEK, sibel.bolek@sbu.edu.tr

**ToCite:** BOLEK, S. (2020). KURUTULMUŞ NAR (*PUNİCA GRANATUM*) KABUĞU TOZUNUN GLUTENSİZ BİSKÜVİLERİN TEKSTÜREL, DUYUSAL VE BAZI FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(4), 209-218.

## GİRİŞ

Fırıncılık ürünleri nispeten uzun raf ömürleri, lezzetleri oluşları, ucuz oluşları, kolay taşınabilir olmaları gibi sebeplerle Dünya'nın her yerinde hemen her yaş grubunda yaygın olarak tüketilmektedir (Oluwamukomi, Oluwalana ve Akinbowale, 2011). Bununla beraber fırıncılık ürünlerinin dengeli beslenmeye yardımcı olmaktan ziyade tüketenlere boş kaloriler sağladığı düşünülmektedir. Bu nedenle önemli düzeyde tüketilme oranlarına sahip olan bu ürünlerin diyet lifi, antioksidan aktivite, vitamin ve mineral içeriği açısından zenginleştirilmesi son derece önemlidir. Diğer taraftan böyle zenginleştirilmiş fırıncılık ürünleri genel kabul edilen tanımıyla "normal diyetin bir parçası olarak tüketilen ve sağlığı iyileştirme ya da hastalık riskini azaltma potansiyeline sahip biyolojik açıdan aktif bileşenleri içeren gıdalar" (Aksoyly, Çağındı ve Köse, 2012) olan fonksiyonel gıda eldesine olanak sağlamaktadır. Son yıllarda fonksiyonel gıdalara olan eğilimin artmasının nedeni, yapılan araştırmaların fonksiyonel gıdaların çeşitli kanser türlerine yakalanma riskini azaltma, kötü huylu kolesterolü düşürmede etkili olarak koroner kalp hastalıklarını önleme, tip-2 diyabetin oluşma sıklığının azaltılmasında etkili olma gibi potansiyellerini ortaya koymasının yanında sindirim, bağırsak ve bağışıklık sistemlerinin iyileştirilmesine katkıda bulunabileceklerinin ispatlaması sonucu bu ürünlerin tüketiciye daha sağlıklı bir görünüm kazandırmasıyla ilgilidir [Lin vd., 2016; Schaafsma ve Pakan, 1999; Wang ve Zhou, 2004]. Bu amaçla fırıncılık ürünlerinin zenginleştirildiği birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Pasqualone vd. (2014) bisküvi formülasyonuna üzüm posası ekstraktı ilave etmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinin arttığını saptamışlardır. Gawlik-Dziki vd. (2013) ekmekleri kurutulup öğütülmüş soğan ile zenginleştirmişlerdir. Yürütülen çalışmanın sonucunda ekmek formülasyonuna %3 düzeyinde soğan ilavesinin ekmeklerin duyusal özelliklerinde olumsuz bir değişime neden olmadan antioksidan aktivite değerlerinde artış sağladığı ortaya konulmuştur. Kinoa yapraklarının ekmeklerin zenginleştirilmesinde kullanıldığı bir çalışmada ekmek formülasyonundaki buğday ununun %1-5 oranında kinoa yaprağı ile ikame edilmesinin ekmeklerin toplam fenolik madde içeriğinde artış sağladığı sonucuna ulaşılmıştır (Świeca, Sęczyk, Gawlik-Dziki ve Dziki, 2014). Bisküvilerin zenginleştirilmesinde pirinç kepeklerinin kullanıldığı bir çalışmanın sonucunda bisküvilerin protein içeriklerinde önemli oranda artış sağlanmış dolayısıyla pirinç kepeğinin bisküvilerin besleyici değerini arttırmada kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Yadav, Yadav ve Chaudhary, 2011).

Gıda endüstrisinde işlem sırasında ve sonrasında pek çok gıda atığı oluşmaktadır. Bu atıklar genellikle imha edilmekte ya da ekonomik değeri nispeten daha az olan hayvan yemi, gübre vb. olarak değerlendirilmektedir. Söz konusu atıkların insan beslenmesinde kullanım olanakları üzerinde ise yeterince durulmamaktadır. Meyve ve sebze işleme endüstrisinde oluşan atıklar genellikle beslenme açısından önemli olan diyet lifi, pektin, antioksidanlar, esansiyel yağ asitleri, vitaminler gibi değerli bileşenleri içermektedir.

Nar Lythraceae familyasının *Punica* cinsinden çok yıllık bir bitki olup hem ticari hem de kültürel anlamda önemli değere sahip olan bir meyvedir. Nar meyvesinin ticari türü olan *Punica granatum* L. Dünya'da çekirdekli elma olarak da bilinmektedir (Kurt ve Şahin, 2013). Nar protein, karbonhidrat, yağ, toplam fenolik madde, vitamin ve mineral madde açısından oldukça zengin bir meyvedir (Al-Maiman ve Ahmad, 2002). İçerdiği bileşenlerin sağlık üzerindeki son derece olumlu etkileri nedeniyle pek çok ülkede gıda takviyesi ve ilaç etken maddesi olarak kullanılmaktadır (Özdemir, Soyer, Tağı ve Turan, 2014). Diğer taraftan nar meyvesinin kabukları da proantosiyandinler, flavonoidler ve kondanse tanenler yönünden zengindir (Guo vd., 2003). Ayrıca kabuk kısmının antioksidan ve antimikrobiyal etkisinin meyvenin diğer kısımlarından daha fazla olduğu da yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur (Liv d., 2006; Negi, Jayaparaksha, 2003). Tüm bunların yanında nar meyvesinin kabuğu zengin bir lif kaynağıdır (Akhtar, Ismail, Fraternal ve Sestili (2015).

Bisküvi fırıncılık ürünleri içerisinde en yaygın olarak üretilen ve tüketilen gıdalardan biridir. Ayrıca bisküvi yoğun çalışma temposu ve hızlı yaşam tarzının getirdiği atıştırmalıklarla beslenme kültüründe sıklıkla ana öğün geçiştirmek amacıyla da tüketilebilmektedir. Bu nedenle bisküvinin fonksiyonel bileşenlerce zenginleştirilmesi gittikçe önem kazanmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; antioksidanlar ve diyet lifi başta olmak üzere biyoaktif bileşenlerce zengin bir gıda atığı olan nar kabuğunu glutensiz bisküvi formülasyonuna ilave ederek özellikle çölyak hastaları için glutensiz fonksiyonel bir gıda elde etmektir. Nar kabuğu tozunun yüksek antioksidan aktivitesi ve besleyici özellikleri nedeniyle fırıncılık

ürünlerinde kullanıldığı çalışmalar mevcuttur fakat nar kabuğu tozunun glutensiz bisküvi formülasyonuna ilave edildiği bir çalışmanın literatürde mevcut olmaması çalışmanın özgün değerini oluşturmaktadır. Bu çalışma ile bisküvilere sağlık açısından fonksiyonel özellik kazandırılırken bir gıda atığına da geri dönüşüm olanağı sağlanması amaçlanmaktadır.

## **MATERYAL VE METOT**

Çalışmada kullanılan Hicaz türü narlar, *Punica granatum*, Antalya’da yerel bir satıcıdan temin edilmiştir. Bisküvi hamurunun hazırlanmasında kullanılan glutensiz buğday unu, toz şeker, tereyağı, yağsız süt tozu ve tuz ticari yerel bir marketten satın alınmıştır. Kullanılan kimyasallar analitik veya yüksek saflıkta kimyasallar olup, Sigma-Aldrich (St. Louis.MO, ABD) firmasından satın alınmıştır.

### ***Nar Kabuğu Tozunun Hazırlanması***

Nar meyvelerinin kabukları Al-Zoreky (2009) tarafından belirtilen şekilde manuel olarak soyulmuş ve damıtık su ile iyice yıkanmıştır. Küçük parçalara ayrılan kabuklar etüv kullanılarak (Memmert UNB400, Almanya) 60°C’de yaklaşık 6 saat %7 nem oranına kadar kurutulmuştur. Analizlere kadar -18°C’de LDPE poşetlerde bekletilen kabuklar analizlerden önce bir öğütücü (Delongi KG 79) yardımıyla 150 µm inceliğine öğütülmüştür.

### ***Bisküvilerin Hazırlanması***

Bisküvi hamuru AACC (10-54, 2000) yönteminde küçük modifikasyonlarla bir homojenizatör (KitchenAid, Artisan 5KSM175PSEER) kullanılarak hazırlanmıştır. Bisküvi hamurunda Munaza vd. (2012) tarafından peynir altı suyu proteini konsantresi ile zenginleştirilmiş bisküvi yapımına benzer şekilde buğday unu (100 g), toz şeker (30 g), tereyağı (10 g), yağsız süt tozu (2.0 g), amonyum bikarbonat (1.0 g), lesitin (1.0 g), sodyum bikarbonat (0.5 g), tuz (0.3 g) ve damıtık su (20 mL) kullanılmıştır. Buğday unu ve nar kabuğu tozu ikame edilerek aşağıdaki şekilde 4 ayrı karışım hazırlanmıştır.

T0: %0 nar kabuğu tozu, %100 buğday unu içeren bisküvi  
T1: %4 nar kabuğu tozu, %96 buğday unu içeren bisküvi  
T2: %8 nar kabuğu tozu, %92 buğday unu içeren bisküvi  
T3: %12 nar kabuğu tozu, %88 buğday unu içeren bisküvi

Karışımlarda kullanılan oranlar ön denemelerle özgün olacak şekilde belirlenmiştir. Bisküvi hamurunun şekillendirilmesinde AACC (10-50.05, 2000) yöntemi kullanılmıştır 55.0 mm çaplı kesme kalıbı ile şekil verilen hamurlar bir elektrikli fırın (Arçelik SUF 5000 MGSI) kullanılarak 200°C’de 15 dakika boyunca pişirilmiştir.

Fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşal özelliklerin belirlenmesi için ayrı ayrı üretim yapılarak bekleme süresinden bisküvinin ölçülecek özelliklerinin etkilenmesi engellenmiştir.

### ***Hammaddelerin Kimyasal Kompozisyonlarının Belirlenmesi***

Bisküvi üretiminde kullanılacak unda ve kurutulmuş nar kabuklarında nem, kül, protein, yağ ve diyet lif tayini AOAC [20]’da belirtilen standart prosedüre göre yapılmıştır.

### ***Bisküvi Hamurunun Tekstürel Özelliklerinin Belirlenmesi***

Bisküvi hamurunun tekstürel özellikleri bir tekstür analizörü (TA.XT Plus, Stable Micro Systems, England) kullanılarak belirlenmiştir. Analizde 25 kg’lık yük hücresi ve 35 mm’lik silindirik alüminyum prob kullanılmıştır. Test hızı ve test sonrası hızı 1 mm/s olarak ayarlanmıştır. Sertlik, esneklik, yapışkanlık, bağlılık değerleri belirlenmiştir.

### ***Bisküvilerde Yapılan Analizler***

### ***Bisküvilerin Kimyasal Kompozisyonlarının Belirlenmesi***

Bisküvilerin nem, kül, yağ, protein ve diyet lif içerikleri AOAC (2005)'da belirtilen standart prosedür kullanılarak belirlenmiştir.

### **Renk Tayini**

Bisküvilerin yüzey renklerini ölçmek için Minolta DP-301 (Osaka, Japonya) model bir kolorimetre kullanılmıştır. Renk tespitinde Hunter renk parametreleri (L\* (parlaklık), a\*(kırmızılık) ve b\*(sarılık) değerleri) göz önünde bulundurulmuştur. L\*= 93.3, a\*=0.3162 ve b\*= 0.3321 (beyaz plaka) değerleri kalibrasyon için referans olarak kullanılmıştır.

### **Antioksidan Aktivite Tayini**

Analiz için farklı konsantrasyonlarda örnek ekstraktları (10-40µg/mL) hazırlanarak etanol ile 2 mL'ye seyreltilmiştir. Üzerine etanol ile hazırlanan DPPH çözeltisinden (1 mM) 500 µL ilave edilmiştir. Daha sonra vorteks ile karıştırılıp, karanlıkta 30°C'de 30 dk inkübe edilmiştir. Kör olarak etanol kullanılmıştır. Absorbans 517 nm'de köre karşı ölçülmüştür. Absorbanstaki azalma DPPH serbest radikal süpürme aktivitesini göstermiştir. Elde edilen absorbans değerlerinden % inhibisyon değerleri eşitlik 1 kullanılarak hesaplanmıştır (Ye, Wang, Liu ve Ng, 2000).

$$\% \text{ inhibisyon} = [(A_{\text{DPPH}} - A_{\text{ekstrakt}}) / A_{\text{DPPH}}] \times 100 \quad (1)$$

$A_{\text{DPPH}}$ : DPPH şahit örneğin absorbans değeri

$A_{\text{ekstrakt}}$ : Örnek ekstraktın absorbans değeri

### **Toplam Fenolik Madde Tayini**

Bisküvilerin toplam fenolik madde içerikleri Cemeroğlu (2010) tarafından önerilen yöntemde küçük modifikasyonlar yapılarak belirlenmiştir. 5 g örnek alınıp 50 mL %80'lik metil alkol içerisinde homojenize edilmiştir. Homojenat bir behere alınıp 5 dk süreyle kaynatılmıştır. Ekstrakt Whatman 4 filtre kağıdından filtre edilmiştir. Beherdeki kalıntı üzerine tekrar 50 mL %80'lik metil alkol eklenip 10 dk daha kaynatılmıştır. Her iki ekstrakt 100 mL lik balon jode birleştirilip soğumaya bırakılmıştır. Soğuduktan sonra balon joje çizgisine kadar saf suyla tamamlanmıştır. Ekstraktan 50 mL'lik balon joje içerisine 5 mL alınıp üzerine 5 mL saf su ilave edilmiştir. Daha sonra üzerine 0.5 mL Folin-cioalciu ayracı eklenip balon iyice çalkalanmıştır. 3 dk beklendikten sonra üzerine 1 mL %36'luk sodyum karbonat çözeltisi eklenen balon, saf su ile tekrar çizgisine kadar tamamlandıktan sonra tekrar iyice çalkalanıp karanlık bir ortamda 1 saat bekletilmiştir. Bekleme süresi sonunda spektrofotometrede 725 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır.

Stok çözeltinin hazırlanması: 0.1 gr gallik asit 100 mL metanolla seyreltilmiştir.

Standart çözeltilerin hazırlanması: 0, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6, 2 mg/mL konsantrasyonda çözeltiler gerekli seyreltmeler yapılarak hazırlanmıştır. Her bir örnek için okunan absorbans değerlerine karşı konsantrasyon miktarı kalibrasyon grafiğinden belirlenmiş, sonuçlar seyreltme katsayıları dikkate alınarak mg/100g olarak gallik asit cinsinden hesaplanmıştır

### **Tekstürel Özelliklerin Tayini**

Bisküvilerin tekstürel özellikleri bir tekstür analizörü (TA.XT Plus, Stable Micro Systems, England) kullanılarak belirlenmiştir. Analizde 5 kg'lık yük hücresi ve 2 mm'lik silindirik alüminyum prob kullanılmıştır. Test hızı 0,2 mm/s ve test sonrası hızı 0.5 mm/s olarak ayarlanmıştır. Bisküvilerin sertlik ve kırılma değeri belirlenmiştir.

### **Duyusal Analiz**

Bisküvi örnekleri görünüş, koku, doku, koku, lezzet ve genel izlenim bakımından kıyaslanarak duyu panel tarafından en beğenilen örneği bulmak amacıyla 5 puanlı hedonik skala (1= Hiç beğenmedim, 2= Beğenmedim, 3= Ne beğendim ne beğenmedim, 4= Beğendim, 5= Çok beğendim) kullanılmıştır (Meilgaard, Civille ve Carr, 2016). Analiz ISO 8586 (2012) normlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Bisküvilerin panelistlere sunulurken kullanıldığı porselen tabaklar rastgele 3 haneli rakamlarla kodlanarak daha önceden belirlenmiş yaş aralığı 20-30 arasında değişen yarı-eğitilmiş 80 paneliste (46 kadın 34 erkek) sunulmuştur. Analiz 3 tekerrürlü olarak uygulanmıştır.

Analiz ortamı beyaz floresan ampul kullanılarak aydınlatılmıştır. Her uygulamada panelistlere 4 farklı örnek sunulmuştur. Örnek sunumları arasında ağızda oluşan kalıntı tadı gidermek için su kullanılmıştır.

### İstatistiksel Analiz

Tüm üretimler üç tekerrürlü yapılmış ve elde edilen örneklerin analizleri de 3 paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerden elde edilen veriler SPSS (version 15 for windows, SPSS, Inc., Chicago, IL, USA) istatistiksel paket programı ile Duncan çoklu karşılaştırma testi ile 0.05 güven aralığı kullanılarak analiz edilmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Hammaddenin Özellikleri

Bisküvi üretiminde kullanılan unun ve nar kabuklarının kimyasal kompozisyonları Tablo 1’de verilmiştir. Nar kabuğunun diyet lif açısından oldukça zengin bir kaynak olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca nar kabuğunun gıdalarda bulunan mineral madde içeriğinin bir göstergesi olan kül oranı da (Yurtseven ve Baran, 2000) yüksek bulunmuştur. Sonuçlar literatürde nar kabuğunun kimyasal kompozisyonunun belirlendiği çalışmalarla uyumludur [Al-Rawahi, Rahman, Guizani, Essa, 2013; Galaz vd., 2017; Ibrahim, 2010).

**Tablo 1.** Hammaddelerin Kimyasal Kompozisyonları

Hammadde	Nem (%)	Kül (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Diyet Lif (%)
Un	10.55±0.02	0.52±0.01	0.99±0.04	1.6±0.07	2.95±0.03
Nar Kabuğu Tozu	5.96±0.05	4.08±0.03	3.10±0.07	2.70±0.06	40,65±0,09

### Bisküvi Hamurunun Tekstürel Özellikleri

Bisküvi hamurunun tekstürel özellikleri Tablo 2’de verilmiştir. Bisküvi formülasyonuna nar kabuğu tozu ilavesi bisküvi hamurunun tüm tekstürel özelliklerini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemiştir ( $p<0.05$ ). Bisküvi formülasyonuna nar kabuğu tozu ilavesi bisküvi hamurunun sertlik ve yapışkanlık değerlerinde artışa neden olmuştur. Bunun nedeni nar kabuklarının yüksek lif içeriği ile açıklanabilir. Benzer sonuçlar Psyllium lifinin bisküvi hamurunun tekstürel özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmanın (Raymundo, Fradinho ve Nunes, 2014) sonucunda da elde edilmiştir. Diğer taraftan nar kabuğu tozu ilavesinin bisküvi hamurunun esneklik ve bağlılık değerlerinde azalmaya neden olduğu gözlemlenmiştir ( $p<0.05$ ). Bağlılık değeri hamurun gluten içeriğiyle önemli ölçüde ilişkili olduğundan (Saha vd., 2011) formülasyonda buğday unu miktarı azalıp nar kabuğu tozu ilavesi arttıkça hamurun bağlılık değeri istatistiksel olarak önemli düzeyde azalmıştır ( $p<0.05$ ). Elde edilen sonuçlar, yüksek proteinli bisküvi eldesi için buğday unu ile *Spirulina platensis*’in ikame edildiği çalışmanın sonuçlarıyla uyumludur (Singh, Singh, Jha, Rasane, Gautam, 2015).

**Tablo 2.** Bisküvi Hamurunun Tekstürel Özellikleri

Uygulama	Sertlik (N)	Esneklik	Yapışkanlık (N)	Bağlılık (N x s)
T <sub>0</sub>	24.05±0.08 <sup>d</sup>	0.707±0.03 <sup>a</sup>	0.24±0.07 <sup>d</sup>	47.66±0.12 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub>	25.52±0.06 <sup>c</sup>	0.686±0.03 <sup>b</sup>	0.25±0.05 <sup>c</sup>	41.36±0.10 <sup>b</sup>
T <sub>2</sub>	26.22±0.06 <sup>b</sup>	0.664±0.02 <sup>c</sup>	0.26±0.04 <sup>b</sup>	36.42±0.09 <sup>c</sup>
T <sub>3</sub>	27.06±0.07 <sup>a</sup>	0.642±0.03 <sup>d</sup>	0.27±0.03 <sup>a</sup>	31.88±0.08 <sup>d</sup>

a-d  $p<0.05$  Aynı sütundaki farklı harfler istatistiki açıdan farklıdır.

### Bisküvilerin Kimyasal Kompozisyonları

Kontrol bisküvilerinin ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvilerin kimyasal kompozisyonları Tablo 3'te verilmiştir. Bisküvi formülasyonuna nar kabuğu tozu ilavesi bisküvilerin nem değerlerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde artışa neden olmuştur ( $p<0.05$ ). Bu sonuç bisküvilerin nar kabuğu tozu ilavesi ile artan diyet lif içeriği sayesinde su tutma kapasitelerinin artması ile açıklanabilir. Mango kabuklarının bisküvi formülasyonuna ilave edildiği çalışmada bisküvilerin nem değerleri için benzer sonuçlar elde edilmiştir (Ashoush ve Gadallah, 2011). Bisküvilerin kül oranı nar kabuğu tozu ilavesi ile artış göstermiştir. Fakat bu artış istatistiksel olarak önemli düzeyde olmamıştır ( $p>0.05$ ). Bisküvi formülasyonuna nar kabuğu tozu ilavesi bisküvilerin yağ içeriğinde de istatistiksel olarak önemli olmayan düzeyde bir azalmaya neden olmuştur. ( $p>0.05$ ). Diğer taraftan, bisküvi formülasyonuna ilave edilen nar kabuğu tozu oranı arttıkça bisküvilerin protein oranı ve diyet lif içerikleri önemli düzeyde artış göstermiştir ( $p<0.05$ ). Bu sonuç nar kabuğu tozunun özellikle çölyak hastası bireyler için fırıncılık ürünlerinde potansiyel bir protein kaynağı olabileceğini göstermektedir.

**Tablo 3.** Bisküvilerin Kimyasal Kompozisyonları

Uygulama	Nem (%)	Kül (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Diyet lif (%)
T <sub>0</sub>	2.48±0.03 <sup>d</sup>	1.95±0.02 <sup>a</sup>	20.62±0.02 <sup>a</sup>	0.86±0.05 <sup>a</sup>	2.38±0.03 <sup>d</sup>
T <sub>1</sub>	3.10±0.02 <sup>c</sup>	2.07±0.03 <sup>a</sup>	19.05±0.05 <sup>b</sup>	0.98±0.02 <sup>b</sup>	2.60±0.07 <sup>c</sup>
T <sub>2</sub>	3.36±0.01 <sup>b</sup>	2.25±0.02 <sup>a</sup>	18.02±0.04 <sup>c</sup>	1.45±0.01 <sup>c</sup>	4.82±0.08 <sup>b</sup>
T <sub>3</sub>	3.68±0.07 <sup>a</sup>	2.64±0.01 <sup>a</sup>	17.12±0.03 <sup>d</sup>	1.82±0.02 <sup>d</sup>	6.28±0.05 <sup>a</sup>

a-d  $p<0.05$  Aynı sütundaki farklı harfler istatistiki açıdan farklıdır

### Bisküvilerin Renk Değerleri

Kontrol bisküvilerinin ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvilerin L\*, a\*, b\* değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Bisküvi formülasyonuna nar kabuğu tozu ilavesi bisküvilerin renk değerlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemiştir ( $p<0.05$ ). Bisküvi formülasyonundaki nar kabuğu tozu oranı arttıkça bisküvilerin L\* ve b\* değerlerinde düşüş gözlenirken, a\* değerlerinde artış olduğu saptanmıştır. L\* ve b\* değerlerindeki azalma bisküvi formülasyonundaki nar kabuğu tozu oranı arttıkça bisküvilerin pişirilmesi esnasında enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının daha fazla gerçekleşmesiyle açıklanabilir. Diğer taraftan nar kabuğundaki antosiyaninler sıcaklık etkisi ile renk değişimine uğrayabilmektedir (Nizamlioğlu ve Nas, 2010; Uzuner, Onsekizoglu ve Acar, 2011). Bisküvi formülasyonunda nar kabuğu tozu oranı arttıkça a\* değerinin artması nar kabuğunun rengindeki kırmızılıkla ilişkilendirilebilir.

**Tablo 4.** Bisküvilerin L\*,a\*,b\* Değerleri

Uygulama	L*	a*	b*
T <sub>0</sub>	66.22±0.07 <sup>a</sup>	11.48±0.02 <sup>a</sup>	32.22±0.06 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub>	50.34±0.04 <sup>b</sup>	11.96±0.03 <sup>a</sup>	26.32±0.05 <sup>b</sup>
T <sub>2</sub>	42.22±0.04 <sup>c</sup>	12.44±0.02 <sup>b</sup>	24.46±0.04 <sup>c</sup>
T <sub>3</sub>	35.06±0.03 <sup>d</sup>	13.15±0.01 <sup>b</sup>	20.20±0.03 <sup>d</sup>

a-d  $p<0.05$  Aynı sütundaki farklı harfler istatistiki açıdan farklıdır

### Bisküvilerin Antioksidan Aktivite ve Toplam Fenolik Madde İçerikleri

Nar kabuğu tozunun, kontrol bisküvilerinin ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvilerin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içerikleri Tablo 5'te verilmiştir. Bisküvi formülasyonuna nar kabuğu tozu ilavesi ile bisküvilerin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriklerini istatistiksel olarak önemli düzeyde artış

gerçekleşmiştir ( $p<0.05$ ). Bu durum nar kabuğunun toplam fenolik madde ve antioksidanlarca oldukça zengin olmasından ileri gelmiştir.

**Tablo 5.** Bisküvilerin Antioksidan Aktivite ve Toplam Fenolik Madde İçerikleri

Uygulama	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100 g)	DPPH (%)
Nar kabuğu tozu	1379.02±2.12	86.50±1.48
T <sub>0</sub>	88.66±1.07 <sup>a</sup>	26.62±1.03 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub>	118.26±1.02 <sup>b</sup>	36.90±1.16 <sup>b</sup>
T <sub>2</sub>	142.21±1.14 <sup>c</sup>	45.44±1.02 <sup>c</sup>
T <sub>3</sub>	155.07±1.03 <sup>d</sup>	50.15±1.05 <sup>d</sup>

a-d  $p<0.05$  Aynı sütundaki farklı harfler istatistiki açıdan farklıdır

### ***Bisküvilerin Tekstürel Özellikleri***

Kontrol bisküvilerinin ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvilerin tekstürel özellikleri Tablo 6'da verilmiştir. Bisküvilerin tekstürel kalitesini belirlemede genel olarak kullanılan sertlik ve kırılgenlik değerleri belirlenmiştir (Banerjee, Singh, Jha ve Mitra, 2014; Castillo, 2018; González, Gallo, Correa ve Gallo-García). Bisküvi formülasyonuna nar kabuğu tozu ilavesi bisküvilerin sertlik ve kırılgenlik değerlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemiştir ( $p<0.05$ ). Bisküvi formülasyonundaki nar kabuğu tozu oranı arttıkça bisküvilerin sertlik ve kırılgenlik değerlerinde artış görülmüştür. Bu durum nar kabuğu tozunun yüksek lif içeriği ile daha kompakt bir bisküvi tekstürü oluşturmasıyla açıklanabilir. Bisküvilerin tekstürel özelliklerinin değişimi ile ilgili benzer sonuçlar bisküvilerin yüksek lif içeriğine sahip gıdalarla zenginleştirildiği çalışmalarda da elde edilmiştir (Kulkarni ve Joshi; 2013; Singh, Rana, Sahi, Lohani ve Chand, 2012).

**Tablo 6.** Bisküvilerin Tekstürel Özellikleri

Uygulama	Sertlik (N)	Kırılgenlik (N)
T <sub>0</sub>	29.54±0.07 <sup>a</sup>	25.41±0.02 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub>	31.36±0.04 <sup>b</sup>	27.88±0.03 <sup>b</sup>
T <sub>2</sub>	34.41±0.04 <sup>c</sup>	30.48±0.02 <sup>c</sup>
T <sub>3</sub>	37.84±0.03 <sup>d</sup>	33.63±0.01 <sup>d</sup>

a-d  $p<0.05$  Aynı sütundaki farklı harfler istatistiki açıdan farklıdır

### ***Bisküvilerin Duyusal Özellikleri***

Kontrol bisküvilerinin ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş bisküvilerin duyusal özellikleri Tablo 7'de verilmiştir. Nar kabuğu tozu ilavesi bisküvilerin duyusal özelliklerini olumsuz yönde etkilemiştir. Nar kabuğu tozu ilaveli bisküvilerin duyusal özellikleri kontrol bisküvilerine göre duyusal panelden daha düşük puanlar almıştır ancak %4 nar kabuğu tozu ilaveli bisküvilerin duyusal panelden aldığı puanlar ile kontrol bisküvilerin duyusal panelden aldığı puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ). Nar kabuğu tozu ilavesi %4'ü geçtikçe duyusal özelliklerde istatistiksel olarak önemli düzeyde düşüş gerçekleşmiştir ( $p<0.05$ ). Ancak, yine de duyusal panelden alınan puanların hepsi duyusal panel için orta değer olarak belirlenen 3 puanın (ne beğendim ne beğenmedim) üzerinde olduğundan bisküvi formülasyonuna %12 düzeyine kadar nar kabuğu tozu ilavesinin duyusal olarak kabul edilebilir bir ürün elde edilmesine olanak sağladığı ortaya çıkarılmıştır.

**Tablo 7.** Bisküvilerin Duyusal Özellikleri

Uygulama	Görünüş	Koku	Doku	Lezzet	Genel İzlenim
T <sub>0</sub>	4.98±0.3 <sup>a</sup>	4.92±0.2 <sup>a</sup>	4.95±0.4 <sup>a</sup>	4.94±0.2 <sup>a</sup>	4.93±0.3 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub>	4.72±0.2 <sup>a</sup>	4.87±0.4 <sup>a</sup>	4.85±0.5 <sup>a</sup>	4.66±0.2 <sup>a</sup>	4.50±0.2 <sup>a</sup>
T <sub>2</sub>	4.01±0.2 <sup>b</sup>	3.78±0.2 <sup>b</sup>	3.54±0.4 <sup>b</sup>	3.65±0.1 <sup>b</sup>	3.82±0.3 <sup>b</sup>
T <sub>3</sub>	3.08±0.6 <sup>c</sup>	3.04±0.1 <sup>c</sup>	3.08±0.3 <sup>c</sup>	3.00±0.2 <sup>c</sup>	3.18±0.4 <sup>c</sup>

a-d p <0.05 Aynı sütundaki farklı harfler istatistiki açıdan farklıdır

## SONUÇ

Bu çalışmada yüksek antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriğine rağmen gıda endüstrisinde atık olarak nitelendirilen nar kabuğu tozunun yaygın olarak tüketilmekle birlikte besleyici değeri düşük bir gıda olan bisküviye katılma olanakları araştırılmıştır. Bisküvi formülasyonuna nar kabuğu tozu ilavesi bisküvilerin diyet lif, protein, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriğinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artışını sağlamıştır (p<0.05). Nar kabuğu tozunun glutensiz bisküvilerin protein miktarında artış sağlaması çölyak hastaları için fırıncılık ürünlerinde potansiyel bir protein kaynağı olabileceği sonucunu ortaya koymuştur. Diğer taraftan nar kabuğu tozu bisküvi hamurunun ve bisküvilerin tekstürel özelliklerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde değişikliklere neden olmuştur. Diyet lif içeriği oldukça zengin olan nar kabuğu tozu hem bisküvilerin hem de bisküvi hamurlarının sertlik değerlerinde artışa neden olmuştur. Bisküvilerin renk değerleri de bisküvi formülasyonuna nar kabuğu tozu ilavesinden önemli düzeyde etkilenmiş, L\* ve b\* değerlerinde azalma görülürken a\* değerlerinde artış görülmüştür (p<0.05). Nar kabuğu tozu ilavesi bisküvilerin duyusal özelliklerini de önemli düzeyde etkilemiştir. Bisküvi formülasyonundaki nar kabuğu tozu oranı arttıkça duyusal panelden alınan puanlarda düşüş görülmüştür. Ancak duyusal panelden alınan tüm puanlar 3 puanın (ne beğendim ne beğenmedim) üzerinde olduğundan bisküvi formülasyonuna %12 düzeyine kadar nar kabuğu tozu ilavesinin duyusal olarak kabul edilebilir bir ürün elde edilmesine olanak sağladığı ortaya çıkarılmıştır. Bununla birlikte, bisküvi formülasyonuna daha fazla süt tozu ve farklı aroma maddelerinin ilavesiyle bisküvilerin duyusal özelliklerinin geliştirilmesi mümkün olabilir. Gelecek çalışmalar nar kabuğu tozu içeren gıdaların insan sağlığı üzerindeki pozitif etkilerini doğrulamaya yönelik olarak planlanmalıdır.

## KAYNAKLAR

AACC (2000). Method no.10-54. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists (10th ed.). St Paul, Minnesota, USA: Association of Cereal Chemists.

Akhtar, S., Ismail, T., Fraternali, D., Sestili, P. (2015). Pomegranate peel and peel extracts: Chemistry and food features. Food Chemistry, 174, 417-425.

Aksoylu, Z., Çağındı, Ö., Köse, E. (2012). Bisküvinin Fonksiyonel Bileşenlerce Zenginleştirilmesi. Academic Food Journal/Akademik GIDA, 10(3).

Al-Maiman, S. A., Ahmad, D. (2002). Changes in physical and chemical properties during pomegranate (Punica granatum L.) fruit maturation. Food Chemistry, 76(4), 437-441.

Al-Rawahi, A. S., Rahman, M. S., Guizani, N., Essa, M. M. (2013). Chemical composition, water sorption isotherm, and phenolic contents in fresh and dried pomegranate peels. Drying Technology, 31(3), 257-263.

Al-Zoreky, N. S. (2009). Antimicrobial activity of pomegranate (Punica granatum L.) fruit peels. International Journal of Food Microbiology, 134(3), 244-248.

AOAC. (2005). Official methods of analysis (18th ed.) Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.

Ashoush, I. S., Gadallah, M. G. E. (2011). Utilization of mango peels and seed kernels powders as sources of phytochemicals in biscuit. World Journal of Dairy & Food Sciences, 6(1), 35-42.



- Banerjee, C., Singh, R., Jha, A., Mitra, J. (2014). Effect of inulin on textural and sensory characteristics of sorghum based high fibre biscuits using response surface methodology. *Journal Of Food Science and Technology*, 51(10), 2762-2768.
- Galaz, P., Valdenegro, M., Ramírez, C., Nuñez, H., Almonacid, S., Simpson, R. (2017). Effect of drum drying temperature on drying kinetic and polyphenol contents in pomegranate peel. *Journal of Food Engineering*, 208, 19-27.
- Gawlik-Dziki, U., Świeca, M., Dziki, D., Baraniak, B., Tomiło, J., Czyż, J. (2013). Quality and antioxidant properties of breads enriched with dry onion (*Allium cepa* L.) skin. *Food Chemistry*, 138(2-3), 1621-1628.
- González, J. D. T., Gallo, R. T., Correa, D. A., Gallo-García, L. A., Castillo, P. M. (2018). Instrumental Assessment of Textural Parameters of Colombian Lemon Biscuits. *Contemporary Engineering Sciences*, 11(22), 1085 - 1102
- Guo, C., Yang, J., Wei, J., Li, Y., Xu, J., Jiang, Y. (2003). Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutrition Research*, 23(12), 1719-1726.
- Ibrahim, M. I. (2010). Efficiency of pomegranate peel extract as antimicrobial, antioxidant and protective agents. *World Journal of Agricultural Sciences*, 6(4), 338-344.
- International Organization for Standardization (ISO) 8586. (2012). *Sensory Analysis- General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors*.
- Kulkarni, A. S., Joshi, D. C. (2013). Effect of replacement of wheat flour with pumpkin powder on textural and sensory qualities of biscuit. *International Food Research Journal*, 20(2), 587.
- Kurt, H., Şahin, G. (2013). Bir Ziraat Coğrafyası Çalışması: Türkiye’de Nar (*Punica granatum* L.) Tarimi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (27), 551-574.
- Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., Cheng, S. (2006). Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chemistry*, 96(2), 254-260.
- Lin, D., Xiao, M., Zhao, J., Li, Z., Xing, B., Li, X., Kong, M., Li, L., Zhang, Q., Yaowen, L., Chen H., Qin, W., Wu H., Chen, S. (2016). An overview of plant phenolic compounds and their importance in human nutrition and management of type 2 diabetes. *Molecules*, 21(10), 1374.
- Meilgaard, M. C., Civille, G. V., Carr, B. T. (2016). *Sensory evaluation techniques* (5th ed., pp. 123-152). Boca Raton: CRC Press.
- Munaza, B., Prasad, S. G. M., Gayas, B. (2012). Whey protein concentrate enriched biscuits. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 2(8), 1-4.
- Negi, P. S., Jayaprakasha, G. K. (2003). Antioxidant and antibacterial activities of *Punica granatum* peel extracts. *Journal of Food Science*, 68(4), 1473-1477.
- Nizamloğlu, N. M., Nas, S. (2010). Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler; yapıları ve önemleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(1), 20-35.
- Oluwamukomi, M. O., Oluwalana, I. B., Akinbowale, O. F. (2011). Physicochemical and sensory properties of wheat-cassava composite biscuit enriched with soy flour. *African Journal of Food Science*, 5(2), 50-56.
- Özdemir, H., Soyer, A., Tağı, Ş., & Turan, M. (2014). Nar kabuğu ekstraktının antimikrobiyel ve antioksidan aktivitesinin köfte kalitesine etkisi. *GIDA*, 39(6), 355-362.
- Pasqualone, A., Bianco, A. M., Paradiso, V. M., Summo, C., Gambacorta, G., Caponio, F. (2014). Physico-chemical, sensory and volatile profiles of biscuits enriched with grape marc extract. *Food Research International*, 65, 385-393.
- Raymundo, A., Fradinho, P., Nunes, M. C. (2014). Effect of Psyllium fibre content on the textural and rheological characteristics of biscuit and biscuit dough. *Bioactive Carbohydrates And Dietary Fibre*, 3(2), 96-105.

- Saha, S., Gupta, A., Singh, S. R. K., Bharti, N., Singh, K. P., Mahajan, V., Gupta, H. S. (2011). Compositional and varietal influence of finger millet flour on rheological properties of dough and quality of biscuit. *LWT-Food Science and Technology*, 44(3), 616-621.
- Schaafsma, A., Pakan, I. (1999). Short term effects of a chicken egg shell powder enriched dairy-based products on bone mineral density in persons with osteoporosis or osteopenia. *Bratislavske Lekarske Listy*, 100(12), 651-656.
- Singh, A., Rana, I., Sahi, N. C., Lohani, U. C., Chand, K. (2012). Optimization of process variables for preparation of apple pomace-black soyflour based biscuits. *International Journal of Food, Agriculture & Veterinary Sciences*, 2(1), 101-106.
- Singh, P., Singh, R., Jha, A., Rasane, P., Gautam, A. K. (2015). Optimization of a process for high fibre and high protein biscuit. *Journal of Food Science And Technology*, 52(3), 1394-1403.
- Świeca, M., Sęczyk, Ł., Gawlik-Dziki, U., Dziki, D. (2014). Bread enriched with quinoa leaves–The influence of protein–phenolics interactions on the nutritional and antioxidant quality. *Food Chemistry*, 162, 54-62.
- Uzuner, S., Onsekizoglu, P., Acar, J. (2011). Effects of processing techniques and cold storage on ellagic acid concentration and some quality parameters of pomegranate juice. *GIDA/The Journal of FOOD*, 36(5).
- Wang, R., Zhou, W. (2004). Stability of tea catechins in the bread making process. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 8224–8229.
- Yadav, R. B., Yadav, B. S., Chaudhary, D. (2011). Extraction, characterization and utilization of rice bran protein concentrate for biscuit making. *British Food Journal*, 113(9), 1173-1182.
- Ye, X. Y., Wang, H. X., Liu, F., Ng, T. B. (2000). Ribonuclease, cell-free translation-inhibitory and superoxide radical scavenging activities of the iron-binding protein lactoferrin from bovine milk. *The International Journal Of Biochemistry & Cell Biology*, 32(2), 235-241. Cemeroğlu B, 2010. *Gıda Analizleri, Gıda Teknolojisi Yayınları Derneği Yayınları*, No:39, 2. Baskı Ankara.
- Yurtseven, E., Baran, H. Y. (2000). Sulama suyu tuzluluğu ve su miktarlarının brokkolide (*Brassica oleracea botrytis*) verim ve mineral madde içeriğine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24(2), 185-190.