

Kırık Leblebiden Elde Edilen Unun Glutensiz Erişte Üretiminde Değerlendirilmesi

Merve ŞAHİN¹ , Eylem ODABAŞ¹ , Hülya ÇAKMAK^{*2} 

¹Hitit Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD., 19030, Çorum, Türkiye

²Hitit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 19030, Çorum, Türkiye

(Alınış / Received: 05.01.2022, Kabul / Accepted: 11.03.2022, Online Yayınlanma / Published Online: 20.08.2022)

Anahtar Kelimeler

Leblebi,
Glutensiz,
Erişte,
Protein

Öz: Glutensiz ürünler genellikle nişasta ve pirinç unu bazlı hammaddelerden üretildikleri için düşük besin içeriği ve düşük kaliteye sahiptir. Bu yüzden glutensiz eriştelelerin besin içeriklerini iyileştirmek için alternatif olarak baklagil unu kullanımı son yıllarda büyük ilgi uyandırmaktadır. Bu çalışmada, leblebi üretiminde yan ürün olarak ortaya çıkan düşük kalitedeki kırık leblebilerden elde edilen leblebi unu (LU), artan oranlarda (Ağırlıkça, %10-20-30-40-50-60) ticari glutensiz un karışımına (GU) ilave edilerek glutensiz erişteleler üretilmiştir. Kullanılan LU'nun eriştelelerin besinsel içerikleri ve pişme kalitesine olan etkileri araştırılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, LU'nun GU'ya kıyasla oldukça yüksek ham protein ve suda çözünür proteine sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). LU'nun artan oranlarda erişte formülasyonuna ilave edilmesi ise, glutensiz eriştelelerin kül içeriğinin önemli düzeyde azalmasına neden olurken, suda çözünür protein içeriğinin önemli düzeyde artmasına neden olmuştur ($p<0.05$). LU'nun artan oranlarda ilave edilmesi ayrıca pişme süresi, su tutma kapasitesi ve şişme indeksini azaltırken, pişme kaybının artmasına neden olmuştur.

Utilization of Split Roasted Chickpea Flour in Gluten-free Noodle Production

Keywords

Roasted chickpea,
Gluten-free,
Noodle,
Protein

Abstract: Gluten-free products have a low nutritional capacity and poor quality, because of being produced from starch-based flours. Therefore, alternative ingredients such as legume flours for improving the nutritional composition of gluten-free noodles have been of great interest in recent years. In this study, the flour of split roasted chickpea (LU) which is a low quality by-product emerging through the roasted chickpea production, was used in the gluten-free noodle formulations at increasing levels (w/w, 10-20-30-40-50-60%) by replacing the commercial gluten-free flour mixture (GU). The effects of the LU replacement on nutritional and cooking quality of the gluten-free noodles were investigated. According to results, it was determined that LU had considerably higher crude protein and water-soluble protein compared to GU ($p<0.05$). Therefore, the addition of LU to the noodle formulations at increasing levels caused a significant decrease in the ash content of the gluten-free noodles, whereas a significant increase in the water-soluble protein content was observed ($p<0.05$). The addition of LU at increasing levels also shortened the cooking time, water holding capacity and swelling index, while increasing the cooking loss.

1. Giriş

Glutensiz beslenme, dünya nüfusunun yaklaşık %5'ini etkilediği düşünülen glutenle ilgili hastalık taşıyan bireyler tarafından benimsenen ve glutensiz ürünlerin formda kalmaya yardımcı olduğunu düşünen tüketiciler tarafından da tercih edilmesinden kaynaklı olarak moda bir beslenme trendi haline gelmiştir [1, 2]. Bu yüzden son yıllarda glutensiz ürün çeşitliliği ve üretim miktarlarında bir

artış söz konusudur. Glutenle ilgili hastalığı olan tüketicilerin sıkı bir glutensiz diyet ile beslenmeleri sebebiyle ürünlerdeki gluten limitlerinin tespit edilerek etiketlerde belirtilmesi önem taşımaktadır [3]. 2008 yılında Kodeks Alimentarius Komisyonu tarafından açıklanan standarda göre; glutensiz ürünlerde bulunmasına izin verilen maksimum gluten miktarı 20 ppm olarak bildirilmiştir. İspanya, İtalya, İngiltere, Kanada ve Amerika gibi ülkelerde bu miktar 20 ppm iken, Arjantin'de 10 ppm; Avustralya,

*İlgili yazar: hulyacakmak@hitit.edu.tr

Yeni Zelanda ve Şili'de 3 ppm olarak belirlenmiştir. Ülkemizde ise 2012 yılında yayınlanan Türk Gıda Kodeksi Tebliğinde glutensiz gıdalar için gluten üst limiti 20 ppm olarak kabul edilmiştir [4].

Erişte, Çin ve diğer Asya ülkelerinde yaygın olarak tüketilen, görünüm, tat, pişirme kalitesi ve doku bakımından önemli özelliklere sahip olan temel besin maddesidir [5]. Pirinç, organoleptik özellikleri ve sağlık yararları ile glutensiz erişte üretmek için en önemli hammadde kaynaklarından olup, Asya ülkelerinde en popüler olan erişte çeşidi pirinç eriştesidir [6]. Ancak glutensiz ürünlerin besleyici ve fonksiyonel özelliklerini iyileştirmek için kullanılan diğer un ve nişasta kaynaklarında, yapışkanlık ve elastikiyet sağlayan gluten proteini yokluğundan dolayı farklı nişastalar, süt proteinleri, hidrokolloidler, yalancı tahıllar, baklagiller ve diğer bitkisel veya hayvansal protein kaynaklarının ilave edilmesi gerekmektedir [7,8]. Son yıllarda baklagillerden elde edilen unların yüksek protein ve besinsel lif içerikleri sayesinde, özellikle besin kalitesini ve duysal özellikleri iyileştirmek amacıyla glutensiz ürünlerde kullanımı öne çıkmıştır.

Baklagiller arasında önemli bir yere sahip olan nohut (*Cicer arietinum* L.), fasulye ve bezelyeden sonra dünya çapında en çok üretimi gerçekleştirilen üçüncü baklagildir [6]. Nohut, anavatanı Türkiye'nin Güneydoğu bölgesi olarak bilinen ve protein (%20-25), karbonhidrat (%40-60), yağ (%4.5-5.5), esansiyel amino asitler (lizin ve arjinin), kalsiyum, fosfor gibi mineraller ve diyet lifi bakımından oldukça zengin bir baklagildir [9,10]. Ayrıca, yüksek amiloz içeriği ve düşük glisemik indeksi sebebiyle antidiyabetik aktivite göstererek insanların günlük beslenmesine ve vücut fonksiyonlarının düzenlenmesine önemli katkı sağladığı bilinmektedir [9,10].

Nohut leblebinin hammaddesi olup, ülkemizde hasat edilen nohutların %20'sinin leblebi olarak işlendiği belirtilmektedir [9, 11]. Ülkemizde leblebi üretiminde tescillenen yerler; Çorum, Tavşanlı ve Denizli'dir [12]. Leblebi üretiminde kullanılan nohudun Damla cinsi ve kalın kabuklu olması gerekmektedir. Ayrıca Türkiye'de nohuttan kabuklu (sarı leblebi, Çorum leblebisi) ve kabuksuz (beyaz leblebi) olmak üzere iki çeşit leblebi üretilmektedir [13]. Sarı leblebi kabuğu soyularak üretilen leblebi

çeşidi olup, üretilmesi sırasında nohuda uygulanan işlem basamakları, sınıflandırma, tavlama, ısıtma, kavurma ve eleme işlemleridir [12]. Sarı leblebinin besinsel içeriği incelendiğinde, %20.8 protein, %7.9 yağ ve %2.5 kül içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir. Leblebi, kimyasal bileşimi sayesinde doğal bir fonksiyonel gıda ürünü olarak sınıflandırılmakta ve diğer atıştırmalık ürünlere göre daha yüksek protein, selüloz ve mineral içeriği olduğu bilinmektedir [13]. Ayrıca leblebi yüksek düşük glisemik indekse sahip olduğu için en çok tercih edilen atıştırmalıklardandır. Kırık leblebi ise, kendine özel bir tadı olan ve kabuk ayırma ya da kavurma işlemi sırasında kırılan leblebilerin çifte kavrulması sonucunda elde edilen ekonomik değeri düşük bir yan üründür [9]. Ayrıca boyutunun bütün leblebiye kıyasla daha küçük olması sebebiyle, kavurma sırasında daha çok ısıya maruz kalarak normal leblebiden daha koyu renge sahip olmaktadır.

Bu çalışmada, leblebi üretimi sırasında düşük kalitede yan ürün olarak ortaya çıkan kırık leblebilerden elde edilen unun, nişasta temelli ticari glutensiz un karışımı yerine artan oranlarda (%0-60) kullanımının glutensiz eriştelelerin besinsel içeriği ve pişme kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Kırık leblebi Çorum'daki yerel kuruyemişçiden, ticari glutensiz un karışımı (Bileşimi: mısır nişastası, pirinç unu, ksantan gam, guar gam, karboksimetil selüloz, sodyum pirofosfat ve sodyum bikarbonat) Dr. Oetker Gıda San. ve Tic. A. Ş. (İzmir) temin edilmiştir. Bütün taze yumurta ve tuz Çorum'daki yerel marketten satın alınmıştır.

2.1. Erişte üretimi

Kırık leblebi, çekiçli değirmende (Brabender, SM3, Almanya) öğütülmüş ve 250 mikronluk elekten geçen un parçacıkları erişte üretiminde kullanılmıştır.

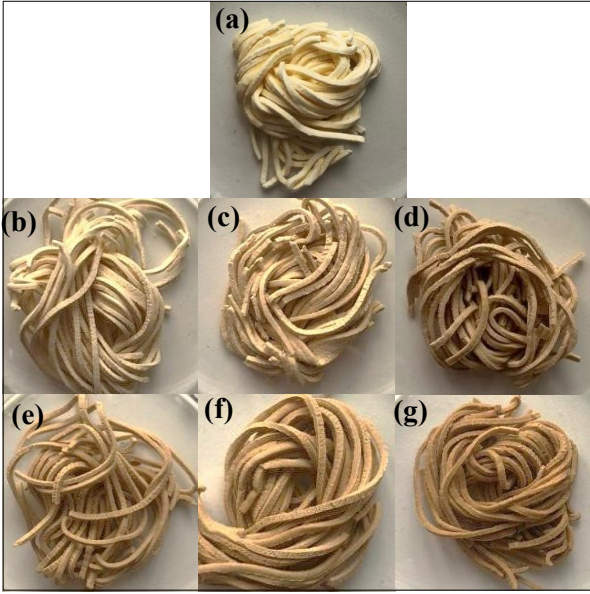
Glutensiz eriştelelerin formülasyonları Tablo 1'de verilmiştir. Kontrol eriştesi sadece GU'dan üretilirken, diğer erişteleler 100 g toplam un miktarı üzerinden GU yerine artan oranlarda LU içermektedir.

Tablo 1. Glutensiz erişte formülasyonları

Örnek*	LU (g)	GU (g)	Tuz (g)	Yumurta (g)	Su (ml)
K	-	100.0	0.5	30.0	35.0
LU10	10.0	90.0	0.5	30.0	35.0
LU20	20.0	80.0	0.5	30.0	37.0
LU30	30.0	70.0	0.5	30.0	38.0
LU40	40.0	60.0	0.5	30.0	40.0
LU50	50.0	50.0	0.5	30.0	42.0
LU60	60.0	40.0	0.5	30.0	44.0

*K: kontrol eriştesi, LU10: %10 leblebi eriştesi, LU20: %20 leblebi eriştesi, LU30: %30 leblebi eriştesi, LU40: %40 leblebi eriştesi, LU50: %50 leblebi eriştesi, LU60: %60 leblebi eriştesi

Erişte yapımında kullanılan unlar ve tuz karıştırıldıktan sonra üzerine sarısı ve beyazı karıştırılmış bütün yumurta Tablo 1'de belirtilen miktarda ilave edilmiştir. Daha sonra ön denemelerle belirlenen distile su, un karışımına ilave edilerek hamur hazırlanmış ve hamur erişte açma makinesinde (Naturalove, MZ-150-A, Çin) ince bir tabaka haline getirilmiştir. İnceltelen hamur, ince erişte başlığı (2 mm) kullanılarak kesilmiştir. Kesilen eriştelere etüvde 50°C'de (Mommert, UN 55, Almanya) nem içeriği %10'un altına düşene kadar kurutulmuştur. Kurutulan erişte örnekleri Şekil 1'de gösterilmektedir. Kurutulan eriştelere kadar polietilen ambalajlarda kuru bir ortamda oda koşullarında saklanmıştır.



Şekil 1. Glutensiz erişte örnekleri; (a) K, (b) LU10, (c) LU20, (d) LU30, (e) LU40, (f) LU50, (g) LU60 eriştelere

2.2. Hammadde analizleri

Un örneklerinin parçacık boyutu analizi ASTM-E11 standardına uygun elek seti ve elek sallama cihazı (Jeotest, JG035/1, Türkiye) kullanılarak gerçekleştirilmiş ve parçacık boyutu dağılımı ile ortalama parçacık çapı belirlenmiştir.

Un örneklerinin nem içeriği (AACC Metot No: 44-17.01), kül içeriği (AACC Metot No: 08-01) ve protein içeriği (AACC Metot No: 46-11A) AACC standart metotları kullanılarak belirlenmiştir [14].

Suda çözünür protein içeriği Lowry yöntemine göre belirlenmiştir [15]. Öncelikle LU ve GU'nun çözünür ekstraktı hazırlanmış, daha sonra bu ekstrakt Lowry reaktifine muamele edilmiştir. 1 saat karanlıkta bekletilen karışımın absorpsiyonu 750 nm'de spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Japonya) okunmuştur. Sonuçlar ortalama bovin serum albümini (BSA) eşdeğeri (mg BSA/g KM un) olarak ifade edilmiştir.

Su tutma kapasitesi (STK) için, 5 g örnek 25 ml distile suda çözündürülmüş ve 20 dakika sonunda 4000 rpm'de santrifüj (Rotofix 32A, Hettich Zentrifugen, Almanya) edilmiştir. Tüplerde kalan serbest su yüzeyden uzaklaştırıldıktan sonra tüpler tartılmış ve Denklem 1'e göre STK hesaplanmıştır;

$$STK (\%) = \frac{\text{tortu ağırlığı}}{\text{örnek ağırlığı}} \times 100 \quad (1)$$

Un örneklerinin şişme kuvveti ve çözünürlüğü Li ve ark. [16] tarafından yapılan çalışmaya benzer şekilde gerçekleştirilmiştir. Ağırlıkça %2'lik nişasta süspansiyonu, 100°C'deki su banyosunda (Wise bath, Daihan Scientific, Kore) pişirildikten sonra jelatinize olan nişasta santrifüj edilmiştir. Üst faz petri kaplarına koyularak etüvde 105°C'de kurutulmuştur. Şişme kuvveti (g/g) santrifüj tüpünde kalan çirşenmiş nişasta ağırlığının, başlangıçtaki nişasta ağırlığına oranı olarak hesaplanırken, % çözünürlük; üst fazda kalan kuru maddenin, başlangıçtaki nişasta ağırlığına oranı olarak hesaplanmıştır.

Sinerezis değerini belirlemek için ağırlıkça %5'lik nişasta süspansiyonu su banyosunda pişirildikten sonra karışım 4°C'lik buzdolabında depolanmıştır ve 2., 3., 4. ve 7. gün sonunda 5000 rpm'de santrifüj edildikten sonra ortaya çıkan serbest su miktarına göre sinerezis hesaplanmıştır [17].

Un örneklerinin % ışık geçirgenlik değeri Li ve ark. [16] tarafından yapılan çalışmaya benzer şekilde gerçekleştirilmiştir. Ağırlıkça %1 un çözeltisi pişirildikten sonra, 30°C'ye soğutulmuş ve daha sonra 4°C'deki buzdolabında depolanmıştır. Ardışık 5 gün boyunca örneklerin ışık geçirgenliği değeri 640 nm'de spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Japonya) okunmuştur.

Un örneklerinin renk ölçümleri spektrofotometre (Konica Minolta, CM3600D, Japonya) kullanılarak CIE L*a*b* renk uzayına göre ölçülmüştür. Bu renk uzayına göre L*; parlaklık (0: siyah, 100: beyaz), +a*; kırmızılık, -a*; yeşillik, +b*; sarılık ve -b*; mavilik değerini göstermektedir.

2.3. Glutensiz erişte analizleri

Erişte örneklerinin nem, kül ve renk analizleri hammadde analizleri kısmında belirtilen yöntemlere göre gerçekleştirilmiştir.

Glutensiz eriştelere pişme süresi (AACC 66-50.01), pişme kaybı, su tutma kapasitesi ve şişme indeksi AACC standartlarına göre belirlenirken [14], sonuçlar Denklem 2, 3 ve 4'e göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Pişme Kaybı} = \frac{W_{\text{kurutulan erişte suyu}}}{W_{\text{pişmemiş erişte}}} \times 100 \quad (2)$$

$$\% \text{STK} = \frac{W_{\text{pişmiş erişte}} - W_{\text{pişmemiş erişte}}}{W_{\text{pişmemiş erişte}}} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{Şişme İndeksi} = \frac{W_{\text{pişmiş erişte}} - W_{\text{pişip kurutulan erişte}}}{W_{\text{pişip kurutulan erişte}}} \quad (4)$$

Burada farklı indislerle gösterilen W, eriştelerin pişme analizlerinde kullanılan ağırlıkları temsil etmektedir.

2.4. İstatistiksel analizler

Sonuçlar SPSS yazılım versiyonu 20.0 kullanılarak analiz edilmiştir. Veriler, varyans analizi (ANOVA) kullanılarak incelenmiş ve ortalama değerler Duncan'ın çoklu kıyaslama testi kullanılarak %95'lik önem düzeyinde karşılaştırılmıştır. Ayrıca bazı sonuçlar yine SPSS yazılımı ile bağımsız örneklem t-testi kullanılarak %95 önem düzeyinde kıyaslanmıştır.

3. Bulgular

3.1. Hammadde analiz sonuçları

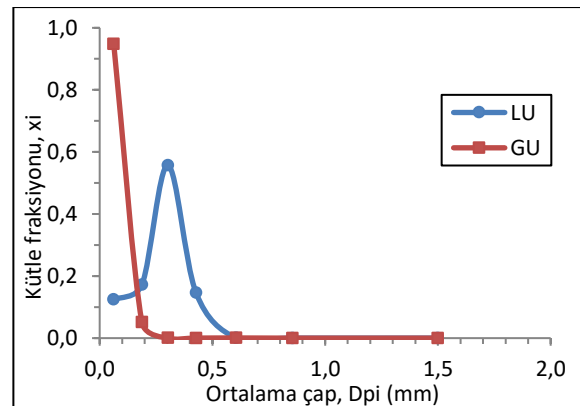
Tablo 2'de un örneklerinin fizikokimyasal özellikleri verilmiş olup, LU ve GU'nun nem içerikleri sırasıyla ortalama %4.40 ve %9.09 olarak bulunmuştur. Baklagiller potasyum, fosfor, magnezyum ve demir gibi mineral maddeler açısından zenginken [18], nohut; fosfor, kalsiyum ve demir içeriği bakımından zengindir. Tablo 1'de verilen sonuçlar incelendiğinde GU'nun kül içeriğinin LU'nun kül içeriğinden önemli düzeyde yüksek olduğu belirlenirken ($p < 0.05$), GU'nun LU'ya göre yapısında bulunan gam ve diğer gıda katkı maddeleri sebebiyle daha fazla mineral madde içeriğine sahip olduğu düşünülmektedir. Çalışmada LU için belirlenen kül miktarının literatürde verilen değerler ile uyumlu olduğu görülmektedir [9, 14, 19]. Ayrıca LU'nun yağ içeriğinin, GU'ya kıyasla önemli düzeyde yüksek olduğu bulunmuş olup ($p < 0.05$), bu değerlerin de yine literatürdeki değerlerle uyumlu olduğu saptanmıştır [11, 14, 20].

Bu çalışmada unların protein içerikleri iki farklı yöntem kullanılarak belirlenmiştir. Kjeldahl yöntemiyle LU'nun protein içeriği ortalama %20.8 olarak belirlenmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda, farklı çeşitlerdeki leblebilerin protein içerikleri ortalama %19.4-26.2 arasında olduğu aktarılmaktadır [9,11,14]. Un örneklerinin suda çözünür protein içeriği incelendiğinde, LU'nun 4.79 mg BSA/g KM, GU'nun 0.37 mg BSA/g KM suda çözünür protein içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Suda çözünür proteinler, özellikle pişme sırasında dağılan

eriştelere suya geçen maddelerle beraber örnekten uzaklaşması sebebiyle eriştelerin besleyici içeriğinin belirlenmesi için önemli bir parametre olduğu düşünülmektedir.

Unların su tutma kapasitesi, unlardan elde edilecek hamurun işlenebilirlik özelliklerini iyileştirmekte ve elde edilen son üründe pişme sırasındaki nişasta jelatinizasyonu ve yapısında bulunan proteinlerin hidrasyon yeteneğini etkilemektedir. Bu çalışmada kullanılan unların su tutma kapasitesi %204.35-228.64 arasında bulunurken, LU'nun STK'sının GU'dan önemli düzeyde yüksek olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). Yapılan bir çalışmada nohut unun STK'sı %101.8 olarak belirtilirken [21], başka bir çalışmada %105 olarak bulunmuştur [2]. Unların şişme kuvveti, nişasta granülünün su tutma kapasitesinin bir göstergesi olup, nişastanın sıcaklık ve su içeriği gibi belirli şartlar altında hidratlaşma yeteneğinin bir ölçüsü olarak belirlenmektedir [22]. Şişme kapasitesinin yüksek olması, nişasta granüllerinin daha zayıf bağlanma kuvvetlerine sahip olmasının bir göstergesi olduğu bildirilmiştir [23]. Sonuçlar incelendiğinde, GU ve LU'nun şişme kuvvetleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$). Chung ve ark. [24] yaptıkları çalışmada, 3 farklı çeşit tohumdan üretilen nohut unlarının şişme gücünü %9.2-10.4 arasında bulmuşlardır ve elde edilen sonuçların bu çalışmadan biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. Unların çözünürlük değerleri ise, çözünür protein ve nişasta miktarı ile ilişkili bir özellik olup [25], LU'nun çözünürlük değeri GU'ya kıyasla önemli düzeyde yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Di Cairano ve ark. [2] tarafından yapılan çalışmada, nohut ununun çözünürlük değerinin bu çalışmaya yakın olduğu (%26) bulunmuştur.

Şekil 2'de erişte üretiminde kullanılan unların parçacık boyutu dağılımı verilmiştir. Şekil incelendiğinde, GU'nun LU'dan daha homojen bir partikül boyutuna sahip olduğu görülürken, LU için ortalama parçacık çapı $196.71 \pm 7.62 \mu\text{m}$ ve GU için ortalama $64.77 \pm 0.30 \mu\text{m}$ bulunmuştur. Parçacık boyutu unların su tutma kapasitesini etkilerken, son ürünün dokusunda da bazı farklılıklara yol açabilmektedir.



Şekil 2. LU ve GU'nun parçacık boyutu dağılımı

Tablo 2. Un örneklerinin fizikokimyasal özellikleri

Örnek	Nem (% KM)	Kül (% KM)	Yağ (% KM)	Protein (% KM)	Suda çözünür protein (mg BSA/g KM)	STK (% KM)	Şişme kuvveti (g/g)	Çözünürlük (%)
LU	4.40±0.09*	2.61±0.03*	6.80±1.34*	20.78±2.10*	4.79±0.04*	228.64±2.87*	7.61±0.32	22.21±0.48*
GU	9.09±0.05*	3.39±0.03*	0.40±0.14*	3.12±3.12*	0.37±0.18*	204.35±1.98*	8.02±0.17	6.57±0.74*

*Örnekler arasında farklılık vardır (t-testi, p<0.05)

Sinerezis, jelatinize nişasta zincirlerinin tekrar kristalleşmesini ve suyun salınmasını içeren nişasta jellerinde retrogradasyondan kaynaklanmaktadır [26]. Yapıda zayıf jel oluşumuna düşük amiloz içeriğinin yol açtığı ve sonucunda ise sinerezis değerinde artma gözlemlendiği bilinmektedir [26, 27]. Tablo 3 incelendiğinde en yüksek sinerezis değerinin 7. gün sonunda LU 'da olduğu görülmektedir. Sinerezis değerinin depolama süresine bağlı olarak her iki un örneği için önemli düzeyde arttığı saptanmıştır (p<0.05).

Tablo 3. Un örneklerinin sinerezis değerleri

Süre	Sinerezis (g/g)	
	LU	GU
2.gün	1.98±0.03 ^a	0.75±0.01 ^a
3.gün	2.21±0.05 ^b	1.01±0.18 ^b
4.gün	2.48±0.02 ^c	1.24±0.03 ^{bc}
7.gün	2.57±0.01 ^d	1.29±0.01 ^c

^{a-d}Aynı sütunda bulunan farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

Tablo 4'te örneklerin % ışık geçirgenliği değerleri verilmiştir. Un örneklerinin % ışık geçirgenliği nişasta süspansiyonunun retrogradasyonunu takip etmek için incelenen önemli parametrelerden biridir [16]. Retrogradasyon ilerledikçe nişastanın bulanıklığı azalmakta ve bu sayede ışık geçirgenliği artmaktadır. Işık geçirgenliğinin granül boyutu, granül morfolojisi, amiloz içeriği ve şişmiş ve şişmemiş granül kalıntılarında etkilendiği belirtilmiştir [16, 28].

Çalışmada belirlenen en yüksek ışık geçirgenliği değerine LU'nun sahip olduğu ve ışık geçirgenliği değerlerinin LU ve GU'da 6 gün boyunca önemli düzeyde bir azalma gösterdiği belirlenmiştir (p<0.05). Benzer şekilde Odabaş [29], patates nişastasının ışık geçirgenliğinin depolama sırasında azaldığını bulmuş, ancak mercimek unlarında ışık geçirgenliğinin depolamanın ilerleyen aşamalarında giderek arttığını gözlemlemiştir.

Tablo 4. Un örneklerinin % ışık geçirgenliği değerleri

Süre	% Işık geçirgenliği	
	LU	GU
1.gün	12.63±0.15 ^e	3.87±0.15 ^e
2.gün	12.07±0.50 ^{de}	3.20±1.00 ^d
3.gün	11.27±0.23 ^d	2.60±1.00 ^c
4.gün	9.20±0.10 ^c	1.20±0.00 ^b
5.gün	5.03±0.32 ^b	0.60±0.00 ^a
6.gün	2.47±0.32 ^a	0.47±0.06 ^a

^{a-e}Aynı sütunda bulunan farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

Un örneklerinin renk değerleri Tablo 5'te verilmiş olup, GU'nun parlaklık değerinin LU'dan önemli düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir. LU'nun b* değerinin GU'ya kıyasla daha yüksek olmasının nohudun kavrulmasıyla beraber leblebide meydana gelen esmerleşmeden kaynaklı olduğu düşünülmektedir [9]. Yapılan bir çalışmada leblebinin L* değeri 78.73, a* değeri 2.25 ve b* değeri 24.83 olarak bulunurken [30], başka bir çalışmada kırık leblebinin L* değeri 59.82, a* değeri 7.62, b* değeri 22.49 olarak aktarılmıştır [9]. Renk değerlerindeki bu varyasyonun nohudun işlenmesi ve özellikle kavurma koşullarındaki olası farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 5. Un örneklerinin renk değerleri

Örnek	L*	a*	b*
LU	77.77±0.05*	5.68±0.03*	24.37±0.04*
GU	95.53±0.01*	-0.40±0.00*	4.74±0.02*

*Örnekler arasında farklılık vardır (t-testi, p<0.05)

3.2. Glutensiz erişte örneklerinin analiz sonuçları

Tablo 6'da glutensiz erişte örneklerinin nem, kül ve suda çözünür protein içerikleri verilmiştir. Glutensiz eriştelerin nem içerikleri %6.10-8.41 arasında bulunmuştur. En düşük nem içeriği kontrol örneğinde iken, en yüksek nem içeriği LU20 örneğinde bulunmuştur.

Glutensiz erişte örneklerinin kül içerikleri, artan oranlarda LU ilavesi ile önemli düzeyde azalma göstermiştir (p<0.05). GU'nun LU'dan daha yüksek kül içeriğine sahip olmasından kaynaklı olarak LU'nun artan oranlarda ilave edilmesi, kül içeriğinde azalmaya yol açmıştır (Tablo 2.). Padalino ve ark. [31] yaptıkları çalışmada, nohut unu ile zenginleştirilmiş mısır bazlı eriştelere artan oranda nohut unu ilavesi ile kül içeriğinde artış meydana geldiğini belirtirken, nem içeriğinde bir azalma meydana geldiğini bulmuşlardır.

Suda çözünür protein değerleri incelendiğinde, en düşük değer kontrol örneğinde olduğu, en yüksek ise LU60 örneğinde bulunduğu görülmektedir. LU'nun artan oranlarda ilave edilmesinin suda çözünür protein içeriğinde önemli düzeyde artış sağladığı saptanmıştır (p<0.05). Odabaş [29] yaptığı çalışmada, glutensiz eriştelerin sarı mercimek unu ile artan oranlarda zenginleştirilmesinin bu çalışmaya benzer şekilde suda çözünür protein içeriğini önemli düzeyde arttırdığını belirlemiştir (p<0.05).

Tablo 6. Glutensiz erişte örneklerinin kimyasal bileşimi

Örnek	Nem (% KM)	Kül (% KM)	Suda çözünür protein (mg BSA/g KM)
K	6.10±0.28 ^a	3.32±0.01 ^e	11.54±0.01 ^a
LU10	7.64±0.29 ^c	3.30±0.03 ^e	12.37±0.12 ^b
LU20	8.41±0.08 ^e	3.18±0.07 ^d	13.14±0.13 ^c
LU30	8.10±0.04 ^d	3.11±0.05 ^d	14.78±0.04 ^d
LU40	7.04±0.02 ^b	3.01±0.04 ^c	14.44±0.31 ^d
LU50	7.04±0.03 ^b	2.90±0.05 ^b	15.17±0.11 ^e
LU60	6.21±0.04 ^a	2.78±0.04 ^a	16.71±0.18 ^f

^{a-f}Aynı sütunda bulunan farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

Tablo 7’de glutensiz erişte örneklerinin pişme kalitesi sonuçları verilmiştir. LU’nun artan oranlarda ilave edilmesi pişme süresini önemli düzeyde kısaltmıştır (p<0.05). Pişme süresinin LU miktarına bağlı olarak kışalmasını, azalan nişasta ile artan protein içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir [6]. Edilmesi pişme süresini önemli düzeyde kısaltmıştır (p<0.05). Bu çalışmaya benzer şekilde, Padalino ve ark. [31] nohut unundan üretilen spagettide, Odabas [29] ise sarı mercimek unundan üretilen glutensiz erişte de baklagil unu artışının bu çalışmaya benzer şekilde pişme süresini azalttığını bildirmişlerdir.

Mineral maddeler pişme sırasında pişme suyuna sızdığı için eriştinin besleyici kalitesi düşmektedir. Bu nedenle kaliteli eriştelerin pişme kaybının düşük üretilen glutensiz eriştelerde pişme kaybı, artan oranda LU eklenmesi ile önemli düzeyde artış göstermiştir (p<0.05). En yüksek pişme kaybı LU60’ta belirlenmiştir, ancak bu değer literatürde belirtilen nişastalı erişteler için kabul edilebilir pişme kaybı olan %10’dan az olduğu görülmektedir [33]. Baklagil unlarının artan oranlarda spagetti ve erişteye ilave edilmesinin bu çalışmaya benzer şekilde pişirme kaybını artırdığı literatürde bildirilmiştir [29, 34]. Chillo ve ark. [35] yaptıkları çalışmada, amarant bazlı nohut spagettisinin pişme süresinin 7 dk ve pişme kaybının %9.2 olduğunu belirtmişlerdir.

Pişirme sırasında eriştelerin su tutma kapasitesi ve şişme indeksi değerlerinin yüksek olması istenilen özelliklerden biri olup, bu değerlerin yüksek olması pişme sonrası eriştelerin sert bir tekstüre sahip olmasına neden olmaktadır [29, 36]. LU’nun artan

Tablo 7. Glutensiz erişte örneklerinin pişme özellikleri

Örnek	Pişme süresi (dk)	Pişme kaybı (g/g)	Su tutma kapasitesi (%)	Şişme indeksi (%)
K	12.00±0.71 ^d	7.59±0.06 ^a	288.70±1.39 ^e	3.31±0.04 ^c
LU10	11.00±0.71 ^{cd}	8.00±0.26 ^{ab}	282.16±2.89 ^e	3.28±0.05 ^c
LU20	10.50±0.71 ^{cd}	8.39±0.03 ^{bc}	274.42±3.78 ^d	3.11±0.14 ^c
LU30	10.00±0.71 ^{bc}	8.51±0.51 ^{cd}	237.70±2.16 ^c	2.82±0.08 ^b
LU40	9.50±0.71 ^{bc}	8.73±0.36 ^{de}	227.61±3.55 ^b	2.71±0.07 ^{ab}
LU50	8.50±0.71 ^{ab}	9.00±0.05 ^{de}	221.34±0.79 ^b	2.62±0.04 ^{ab}
LU60	7.50±0.71 ^a	9.25±0.21 ^e	211.05±4.12 ^a	2.54±0.16 ^a

^{a-e}Aynı sütunda bulunan farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

oranlarda ilave edilmesi su tutma kapasitesi ve şişme indeksinde azalmaya neden olmuştur. Yapılan çalışmalarda, pişme süresinin kısalması ile su tutma kapasitesinin azaldığı bildirilmiştir [29, 34]. Çünkü yapıda bulunan fazla su, pişme sırasında nişasta ve protein matrisleriyle etkileşime girebilmektedir.

Gıda ürünlerinin rengi, tüketici tercihini etkileyen birincil kalite faktörüdür. Erişte örneklerinin renk değerleri incelendiğinde (Tablo 8), LU oranı artışının eriştelerin L* değerinde düşüşe neden olduğu bulunmuştur. En yüksek a* değeri ve en yüksek b* değeri LU60’ta gözlemlenirken, en düşük a* ve b* değerlerinin ise nişasta temelli ticari glutensiz un karışımından üretilen kontrol örneğinde olduğu bulunmuştur. Nohut unu ile zenginleştirilmiş mısır unlu eriştelerin renk değerlerinin incelendiği bir çalışmada, nohut ununun artan oranda ilave edilmesinin L* değerini düşürdüğü bildirilirken [31], yapılan başka bir çalışmada, kırık leblebi ununun artan oranlarda mufinlere ilave edilmesinin benzer şekilde L* değerini düşürdüğü bildirilmiştir [9].

Tablo 8. Glutensiz erişte örneklerinin renk değerleri

Örnek	L*	a*	b*
K	90.72±0.25 ^g	1.44±0.01 ^a	12.88±0.10 ^a
LU10	90.21±0.15 ^f	1.72±0.01 ^b	13.83±0.06 ^b
LU20	86.76±0.06 ^e	2.60±0.02 ^c	16.06±0.15 ^c
LU30	83.88±0.07 ^d	3.47±0.02 ^d	18.18±0.04 ^d
LU40	82.34±0.05 ^c	3.92±0.05 ^e	19.49±0.03 ^e
LU50	81.85±0.13 ^b	3.98±0.01 ^f	19.88±0.15 ^f
LU60	79.79±0.14 ^a	4.34±0.01 ^g	20.17±0.14 ^g

^{a-g}Aynı sütunda bulunan farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, atık veya değersiz bir yan ürün olarak sınıflandırılan kırık leblebiden üretilen leblebi unu ile besleyici içeriği iyileştirilmiş glutensiz erişte üretimi gerçekleştirilmiştir. Ticari glutensiz un karışımı ve kırık leblebi ununun mineral madde içeriklerinin yüksek olmasına bağlı olarak bu unlardan üretilen glutensiz eriştelerin kül içerikleri yüksek bulunmuştur. Ham protein ve suda çözünür protein içeriği yüksek olan LU’dan üretilen eriştelerin suda çözünür protein içerikleri, LU’nun artışına bağlı olarak önemli düzeyde arttığı bulunmuş olup

($p < 0.05$), bir yan ürün olan kırık leblebinin glutensiz ürünlerin protein içeriğini arttırmak amacıyla rahatlıkla kullanılabilmesi görülmektedir. Ayrıca LU'nun artan oranlarda ilave edilmesi ile üretilen glutensiz erişte örneklerinin optimum pişme süresi kısalırken, pişme kaybının arttığı belirlenmiştir. Ancak söz konusu pişme kaybı tüm örnekler için kabul edilebilir sınırın altında kalarak üretilen eriştelerin pişme kalitesinin kabul edilebilir düzeyde olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda artan oranlarda LU ilavesi, pişme süresinin kısalmasından kaynaklı olarak su tutma kapasitesi ve şişme indeksinin azalmasına neden olmuştur.

Bu sonuçlar ışığında, glutensiz erişte üretiminde düşük kalitede yan ürün olan kırık leblebi ununun kullanılması, üretilen glutensiz eriştelerin besin içeriğinin ve kalitesinin iyileştirilmesinde yardımcı olduğu belirlenmiş olup, bu unun diğer glutensiz ürünlerde benzer amaçlarla kullanılması konusunda çalışmalar yapılabileceği öngörülmektedir.

Kaynakça

- [1] Elli, L., Branchi, F., Tomba, C., Villalta, D., Norsa, L., Ferretti, F., Bardella, M. T. 2015. Diagnosis of Gluten Related Disorders: Celiac Disease, Wheat Allergy and Non-Celiac Gluten Sensitivity. *World Journal of Gastroenterology*, 21(23), 7110.
- [2] Di Cairano, M., Condelli, N., Caruso, M. C., Marti, A., Cela, N., Galgano, F. 2020. Functional Properties and Predicted Glycemic Index of Gluten Free Cereal. *Pseudocereal and Legume Flours*, 133, 109860.
- [3] Serin, Y., Akbulut, G. 2017. Çölyak Hastalığı ve Glutensiz Diyet Tedavisine Güncel Yaklaşım. *Türkiye Klinikleri Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(3), 192-200.
- [4] Anonim 2012. Türk Gıda Kodeksi Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği (Tebliğ No: 2012/4). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/01/20120104-8.htm>. (Erişim Tarihi: 04.01.2022).
- [5] Zhang, S. B., Lu, Q. Y., Yang, H., Meng, D. D. 2011. Effects of Protein Content, Glutenin-to-Gliadin Ratio, Amylose Content, and Starch Damage on Textural Properties of Chinese Fresh White Noodles. *Cereal Chemistry*, 88(3), 296-301.
- [6] El-Sohaimy, S. A., Brennan, M., Darwish, A. M., Brennan, C. 2020. Physicochemical, Texture and Sensorial Evaluation of Pasta Enriched with Chickpea Flour and Protein Isolate. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(1), 28-34.
- [7] Pellegrini, N., Agostoni, C. 2015. Nutritional Aspects of Gluten-Free Products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(12), 2380-2385.
- [8] Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., Biliaderis, C. G. 2007. Effects of Hydrocolloids on Dough Rheology and Bread Quality Parameters in Gluten-Free Formulations. *Journal of Food Engineering*, 79(3), 1033-1047.
- [9] Ataman, Ç., Gül, H. 2020. Leblebi Üretiminde Yan Ürün Olarak Açığa Çıkan Kırık Leblebi Ununun Mufin Kalitesi Üzerine Etkisi. *Black Sea Journal of Agriculture*, 3(4), 308-316.
- [10] Kaur, R., Prasad, K. 2021. Nutritional Characteristics and Value-Added Products of Chickpea (*Cicer arietinum*)—A Review. *Journal of Postharvest Technology*, 9(2), 1-13.
- [11] Coşkun, Y., Karababa, E. 2004. Leblebi: a Roasted Chickpea Product as a Traditional Turkish Snack Food. *Food Reviews International*, 20(3), 257-274.
- [12] Özbey, F., 2018. Tarihten Gelen Lezzet Çorum Leblebisi. *Çorum Belediyesi Kültür ve Sosyal İşler Müdürlüğü, Çorum*.
- [13] Özbey, F., Görgülü, M. 2016. Survey of Trace Element and Dietetic Fiber Composition of "Leblebi" Which is a Local Snack Food Consumed in Turkey. *Food Science and Technology*, 36, 351-355.
- [14] AACC. 2000. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. 11th Edition, St. Paul, MN, USA.
- [15] Aydemir, L. Y., Akçakaya, F. G. 2019. Determination of the Best Functional Chickpea Cultivars by TOPSIS Technique. *Food and Health*, 5(4), 239-252.
- [16] Li, W., Tian, X., Liu, L., Wang, P., Wu, G., Zheng, J., Zhang, G. 2015. High Pressure Induced Gelatinization of Red Adzuki Bean Starch and Its Effects on Starch Physicochemical and Structural properties. *Food Hydrocolloids*, 45, 132-139.
- [17] Sodhi, N. S., Singh, N. 2003. Morphological, Thermal and Rheological Properties of Starches Separated From Rice Cultivars Grown in India. *Food Chemistry*, 80(1), 99-108.
- [18] Ertop, M. H., Bektaş, M., Atasoy, R. 2020. Effect of Cereals Milling on the Contents of Phytic Acid and Digestibility of Minerals and Protein. *Ukrainian Food Journal*, 9(1), 136-147.
- [19] Barışık, D., Tavman, Ş. 2018. Glütensiz Ekmek Formülasyonlarında Nohut Unu Kullanımının Ekmegin Kalitesi Üzerine Etkisi. *Akademik Gıda*, 16(1), 33-41.
- [20] Sayaslan, A., Akarçay, E., Tokatlı, M. 2016. Kavrulmuş Mısır, Buğday ve Nohut Leblebi

- Çerezlerinin Beslenme Açısından Önemli Karbonhidrat Fraksiyonları. *Akademik Gıda*, 14(3), 284-292.
- [21] Jagannadham, K., Parimalavalli, R., Babu, A. S., Rao, J. S. 2014. A study on Comparison Between Cereal (Wheat) and Non Cereal (Chickpea) Flour Characteristics. *International Journal Current Trend Research*, 3(2), 70-76.
- [22] Tiwari, B. K., Gowen, A., McKenna, B. (Eds.). 2011. *Pulse foods: Processing, Quality and Nutraceutical Applications*. Academic Press.
- [23] Mir, S. A., Bosco, S. J. D. 2014. Cultivar Difference in Physicochemical Properties of Starches and Flours from Temperate Rice of Indian Himalayas. *Food Chemistry*, 157, 448-456.
- [24] Chung, H. J., Liu, Q., Hoover, R., Warkentin, T. D., Vandenberg, B. 2008. In Vitro Starch Digestibility, Expected Glycemic Index, and Thermal and Pasting Properties of Flours from Pea, Lentil and Chickpea Cultivars. *Food Chemistry*, 111(2), 316-321.
- [25] Wang, L., Xie, B., Shi, J., Xue, S., Deng, Q., Wei, Y., Tian, B. 2010. Physicochemical Properties and Structure of Starches from Chinese Rice Cultivars. *Food Hydrocolloids*, 24(2-3), 208-216.
- [26] Kaur, A., Shevkani, K., Singh, N., Sharma, P., Kaur, S. 2015. Effect of Guar Gum and Xanthan Gum on Pasting and Noodle-Making Properties of Potato, Corn and Mung Bean Starches. *Journal of Food Science and Technology*, 52(12), 8113-8121.
- [27] Demirkesen, H. 2015. Kara nohut nişastasından enzimatik yöntemle elde edilen dirençli nişastanın fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri. *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul*.
- [28] Li, W., Bai, Y., Mousaa, S. A., Zhang, Q., Shen, Q. 2012. Effect of High Hydrostatic Pressure on Physicochemical and Structural Properties of Rice starch. *Food and Bioprocess Technology*, 5(6), 2233-2241.
- [29] Odabas, E., 2021. Isıl işlem görmüş mercimek ununun glutensiz erişte kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Hitit Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çorum*.
- [30] Jogihalli, P., Singh, L., Kumar, K., Sharanagat, V. S. 2017. Novel Continuous Roasting of Chickpea (*Cicer arietinum*): Study on Physico-Functional, Antioxidant and Roasting Characteristics. *LWT*, 86, 456-464.
- [31] Padalino, L., Mastromatteo, M., Lecce, L., Spinelli, S., Conte, A., Alessandro Del Nobile, M. 2015. Optimization and Characterization of Gluten-Free Spaghetti Enriched with Chickpea Flour. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 66(2), 148-158.
- [32] Petitot, M., Boyer, L., Minier, C. ve Micard, V. 2010. Fortification of Pasta with Split Pea and Faba Bean Flours: Pasta Processing and Quality Evaluation. *Food Research International*, 43(2), 634-641.
- [33] Kim, Y. S., Wiesenborn, D. P., Lorenzen, J. H., Berglund, P. 1996. Suitability of Edible Bean and Potato Starches for Starch Noodles. *Cereal Chemistry*, 73(3), 302-308.
- [34] Chillo, S., Laverse, J., Falcone, P. M., Del Nobile, M. A. 2008. Quality of Spaghetti in Base Amaranthus Wholemeal Flour Added with Quinoa, Broad Bean and Chickpea. *Journal of Food Engineering*, 84(1), 101-107.
- [35] Giuberti, G., Gallo, A., Cerioli, C., Fortunati, P., Masoero, F. 2015. Cooking Quality and Starch Digestibility of Gluten-Free Pasta Using New Bean Flour. *Food Chemistry*, 175, 43-49.
- [36] Bhattacharya, M., Zee, S. Y., Corke, H. 1999. Physicochemical Properties Related to Quality of Rice Noodles. *Cereal Chemistry*, 76(6), 861-867.