

Atf İçin: Dülger Altın D, Şahan Y, 2021. *Scolymus hispanicus* L. Unu İlavesinin Hamurun Reolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(4): 2823-2835.

To Cite: Dülger Altın D, Şahan Y, 2021. Effect of *Scolymus hispanicus* L. Flour Supplementation on Rheological Properties of Dough. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(4): 2823-2835.

Scolymus hispanicus L. Unu İlavesinin Hamurun Reolojik Özellikleri Üzerine Etkisi

Dilek DÜLGER ALTINER^{1*}, Yasemin ŞAHAN²

ÖZET: *Scolymus hispanicus* L. (Şevketi Bostan), Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde yabani olarak yetişen ve özellikle Ege bölgesinde sebze olarak tüketilen yabani bir bitkidir. Ayrıca, günümüzde geleneksel tıpta ve ilaç sanayinde hammadde olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, *S. hispanicus* L. unu (SHU) ilavesinin (%5, %10, %20, %30 ve %40) buğday un kalitesi ve hamurunun reolojik özellikleri üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Hamur özelliklerinin belirlenmesinde, ekstensograf ve farinograf metodları kullanılmıştır. Ayrıca buğday ununun fizikokimyasal (yaş gluten miktarı, Zeleny sedimentasyon ve düşme sayısı değerleri) ile BU ve SHU'nun bazı kimyasal özellikleri (nem, kül, protein, yağ içerikleri) belirlenmiştir. SHU ilavesi ile hamurun protein ve kül içeriğinde artış, yağ içeriğinde ise azalma belirlenmiştir. Farinograf analizi sonuçlarına göre SHU ilavesinin hamurun su kaldırma ve gelişme sürelerini önemli derecede etkilediği, 10. dakikada yumuşama derecesini düşürdüğü tespit edilmiştir. Ekstensograf değerlerinde ise maksimum dirençte artış, uzama kabiliyeti ve enerji değerinde azalma gözlenmiştir. SHU farklı katkı oranlarının, hamurun hazırlanması aşamasında, kıvam üzerine sertleştirici etki gösterdiği ve hamur direncini artırdığı görülmektedir. SHU'nun, un formülasyonlarında kullanılması, un ve hamur kalitesi açısından oldukça olumludur. Bu nedenle SHU, özellikle tahıl ürünlerinin üretiminde hamur özelliklerini iyileştiren fonksiyonel bir gıda katkı maddesi olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: *S. hispanicus* L., un, kraker, hamur reolojik özellikleri, fonksiyonel gıda, gıda katkıları

Effect of *Scolymus hispanicus* L. Flour Supplementation on Rheological Properties of Dough

ABSTRACT: *Scolymus hispanicus* L. (Şevketi Bostan) is a wild plant that grows in the Marmara, Aegean and Mediterranean regions and is consumed as a vegetable especially in the Aegean region. In addition, it is used in traditional medicine and the pharmaceutical industry. In this study, the effects of *S. hispanicus* L. flour (SHU) addition (5%, 10%, 20%, 30% and 40%) on wheat flour quality and rheological properties of cracker dough were determined. Farinograph and extensograph methods were used to evaluate the dough properties. In addition, the physicochemical (gluten, sedimentation value, falling number values) characteristics of wheat flour and some chemical properties (moisture, ash, protein, fat contents) of BU and SHU were determined. The SHU supplementation was determined to increase the protein and ash content and decrease the fat content of the dough. According to the farinograph analysis results, the SHU supplementation significantly affected the water absorption and development time of the dough and decreased the softening degree at 10 minutes. In the extensograph values, an increase in the maximum resistance, and a decrease in the extensibility ability and energy value were observed. It was seen that different SHU additive ratios had a hardening effect on the consistency during the preparation of the dough and increased the dough resistance. The use of SHU flour in flour formulation is favorable in terms of flour and dough quality. For this reason, SHU flour can be used as a functional food additive that improves dough properties, especially in the production of cereal products.

Keywords: *S. hispanicus* L., flour, cracker, rheological properties of dough, functional food, food additives

¹ Dilek DÜLGER ALTINER* ([Orcid ID: 0000-0002-7043-2883](https://orcid.org/0000-0002-7043-2883)), Kocaeli Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Kartepe, Kocaeli, Türkiye

² Yasemin ŞAHAN ([Orcid ID: 0000-0003-3457-251X](https://orcid.org/0000-0003-3457-251X)), Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Görükle, Bursa, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Dilek DÜLGER ALTINER, e-mail: dilek.dulger@kocaeli.edu.tr; dilek.dulgeraltiner@gmail.com

Bu çalışma Dilek DÜLGER ALTINER'in Doktora Tezinin bir bölümünden üretilmiştir.

GİRİŞ

Tahıllar, dünyadaki temel gıda maddelerinden biridir ve hem insan beslenmesi hem de ekonomik açıdan oldukça önemlidir. Tahıllar içerisinde ilk sırayı, en çok üretimi yapılan ve gıda maddelerinin hazırlanmasında ana bileşen olan buğday almaktadır (Verdu ve ark., 2017; Xu ve ark., 2020). Uluslararası Hububat Konseyi raporuna göre; 2019-2020 yılları arasında buğday üretiminde paylara bakıldığında; %20 AB, %18 Çin ve %14 Hindistan olarak bölünmüştür. Türkiye’de bu oran, dünya buğday üretiminin %2’si olup buğday üretiminde onuncu sıradadır (TMO 2019; IGC 2020). Buğday üretim miktarının 2020 yılında bir önceki yıla göre %7.9 oranında artarak yaklaşık 20.5 milyon ton olacağı öngörülmektedir (TÜİK, 2020).

Günümüzde, tahıl ürünlerinin besleyici ve fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla farklı besin öğeleri ile zenginleştirilmesi önem kazanmaya başlamıştır. Literatürde, buğday ununa sebze, meyve, yenilebilir bitkiler, baklagiller ve diğer tahıl çeşitlerinden elde edilen un ve bileşenlerin eklenmesi ile üretilen ekmek, erişte, bisküvi, kraker ve kek ile ilgili araştırmalar ön plana çıkmaktadır (Rathi ve ark., 2004; Škrbić ve ark., 2009; Krystyjan ve ark., 2015; Melini ve ark., 2017; Liu ve ark., 2021). Ayrıca, farklı katkı maddelerinin ilavesi ile hamurun reolojik özelliklerinin iyileştirilmesi üzerine yönelik olarak; kırmızı mercimek unu kullanımı (Marchini ve ark., 2021), kepek bileşenleri ve glukoz oksidazın gluten gelişimi ve hamur özelliklerine etkisi (Xiao ve ark., 2021), pentozan ilavesi (Nemeth ve ark., 2019), eski ve yeni buğday çeşitlerinin (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) etkisi (Sobczyk ve ark., 2017), buğday kepeği diyet lifinin etkisi (Liu ve ark., 2019), sorgum unu ilavesinin etkisi (Mtelisi ve ark., 2020) ile ilgili çalışmalar da mevcuttur.

Tıbbi ve aromatik bitkiler gıda dışında tıbbi olarak sağlık sektöründe de kullanılmaktadır (Özer, 2001). Yabani olarak yetişen ve tüketilen bu bitkilerin çoğunluğu taze olarak tüketilmekle birlikte, yaprak, sürgün, çiçek ve tohumları kurutularak, turşu yapılarak, konserve edilerek ya da başka yollarla hazırlanarak gıda olarak da değerlendirilmekte, vitamin, mineral ve diyet lif kaynağı olmalarının yanında, antioksidan etkileriyle de ön plana çıkmaktadırlar (Demir, 2006). *Scolymus hispanicus* L., Asteraceae familyasından, toprak üstü kesimleri kesilerek toplanan, iyice soyulup dikenlerinden arındırıldıktan sonra rozet yaprakları ve kökleri sebze olarak pişirilip tüketilen yenilebilir yabani bir bitkidir. *Scolymus hispanicus* L.’nin anavatanı Güney Avrupa ve Batı Asya (Kemper, 1999) olup, ülkemizde Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde tarla kenarı, bahçe ve kırlarda yabani olarak yetişmektedir (Davis 1965-1985). Fransa, İspanya, Portekiz, İtalya, Türkiye, Yunanistan, Kıbrıs ve Fas gibi Akdeniz bölgelerinde tüketimi yaygındır (Polo ve ark., 2009). İzmir bölgesinde ise kültüre alınarak yetiştiriciliğine başlanan *Scolymus hispanicus* L. kökleri bazı bölgelerde, yemeği yapılarak tüketilmektedir. Yapılan çalışmalarda değerlendirilme olanakları kısıtlı olan *Scolymus hispanicus* L.’nin diğer kültür bitkileriyle karşılaştırıldığında, diyet lif içeriğinin yüksek, protein oranının benzer değerlerde, yağ oranının düşük ve makro besin öğelerince zengin olduğu bildirilmiştir (Dülger ve Şahan, 2013; Dülger, 2015).

Bu çalışmanın amacı, kraker üretiminde kullanılacak buğday ununa farklı ikame oranlarında (%5, 10, 20 ve %30) katılan SHU’nun hamurun reolojik özelliklerine etkisini tespit etmektir. Fonksiyonel ve besleyici özelliklere sahip SHU katkısının, hamur oluşumu üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi ve unlu mamul sektöründe kullanım olanaklarının arttırılması hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu çalışmada, Manisa Akhisar Erdelli Köyünde Zan Tarım Hay. Ltd. Şti tarafından yetiştirilen ve üreticiden direkt olarak temin edilen *Scolymus hispanicus* L. bitkisinin yenilen kök kısımları kullanılarak şevketi bostan unu hazırlanmıştır (Şekil 1). Çalışmamızda kullanılan yumuşak buğday unu Bandırma Toru Un Ltd. Şti'den temin edilmiştir.



Şekil 1. *Scolymus hispanicus* L. bitkisi ve unu

Metot

Scolymus hispanicus L. unu üretimi ve analizleri

SHU üretimi amacıyla bitki kökleri yıkanıp, soyulmuş ve ortasında yer alan odunsu tabaka çıkarıldıktan sonra, daha kolay kuruması için küçük dilimler haline getirilmiştir. Nem miktarı yaklaşık %12'ye düşünceye kadar sıcak hava akımında kurutma ünitesinde (50°C)'de 24 saat (Aziah ve Komathi, 2009) süreyle kurutulan örnekler Braun MX2050 Black Multiquick Blender tipi mutfak robotundan geçirilerek un haline getirilmiş ve 60 mesh çaplı elekten elenmiştir. Elde edilen un örnekleri, kullanılıncaya kadar hava almayan cam kaplarda buzdolabında +4°C' de alüminyum folyo sarılmış şekilde saklanmıştır (Patent no: TR 2013 01091). SHU örneklerinde nem miktarı, AOAC Metot No: 925.40, kül miktarı, AOAC Metot No: 923.03, azot miktarı AOAC Metot No: 920.152 yöntemine göre yapılmış ve bulunan değer 6.25 ile çarpılarak protein miktarı (%) kurumadde üzerinden hesaplanmıştır. SHU örneklerinde yağ miktarı, Soxhlet ekstraksiyon yöntemi kullanılarak AOAC Metot No: 920.39'a göre belirlenmiştir (AOAC, 2000). Elde edilen sonuçlar kuru madde üzerinden hesaplanarak ifade edilmiştir.

Buğday unu analizleri

Un örneğinde nem miktarı, AACCI Metot No: 44.01, kül miktarı, AACCI Metot No: 08.01'e göre belirlenmiştir. Un örneğinde protein miktarı tayininde AACCI Metot No:46.12 kullanılmıştır. Bulunan % azot değeri buğday unu için 5.7 faktörü ile çarpılarak, protein miktarları (%) hesaplanmıştır (AACC, 2000). Unun yaş gluten miktarı, AACCI Metot No: 38.11'e göre, düşme sayısı AACCI Metot No: 56.81B ve Zeleny sedimentasyon değeri, AACCI Metot No: 56.60A'ya göre belirlenmiştir (AACC, 2000). Elde edilen sonuçlar kuru madde üzerinden hesaplanarak ifade edilmiştir.

Hamurun reolojik özellikleri

Ekstensograf analizi

Kraker hamurunun reolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla buğday unu (BU) ve buğday ununa farklı oranlarda (%5, 10, 20, 30 ve 40) SHU ilavesiyle elde edilen un karışımları kullanılmıştır. Kraker üretimi sırasında, buğday unu ve SHU dışında, formülasyonda yer alan diğer bileşikler de (%13 yağ (shotening), %0.5 sodyum bikarbonat, %2.0 amonyum bikarbonat, %1.6 tuz, %0.5 maya) belirlenen oranlarda ilave edilmiştir. 300 g un karışımı esas alınarak hazırlanan kraker hamurlarının ekstensograf analizlerinde (Brabender, Almanya) 45, 90 ve 135 dakika süre sonunda hamurun fermentasyon toleransı hakkında fikir veren ekstensogram özellikleri; uzayabilirliği (uzama kabiliyeti-mm), çekmeye karşı maksimum direnci (maksimum direnç- tepe yüksekliği -B.U.) ve enerji (cm²) değeri belirlenmiştir (AACC, 2000).

Farinograf analizi

Kraker hamuru üretiminde kullanılacak unların hamurun farinografik özelliklerine olan etkisi AACC Method 54-21.01'e göre (AACC, 2000) Brabender (Almanya) marka farinograf cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Bu metoda göre, 300 g un esas alınarak, BU ve SHU katkılı buğday unlarından elde edilen hamurların su kaldırma (absorbsiyon) oranları (%) ve yoğurmaya karşı gösterdikleri davranışları (hamur gelişme süresi, stabilite ve yumuşama derecesi (BU) değerleri) belirlenmiştir.

İstatistiksel Analiz

Analiz sonucu elde edilen veriler istatistiksel olarak JMP IN 7.0.0 (Statistical Discovery from SAS 2005. Institue Inc.) programında varyans analizi sonucunda, ortalamalarda önemli fark gösterdiğinde en küçük önemli fark testi (LSD) karşılaştırma amacıyla ortalamalar arasındaki istatistiksel farkı ($p<0.05$) belirlemek için kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kimyasal Özellikler

Kraker üretiminde kullanılan BU ve SHU'nun bazı kimyasal özelliklerine ait sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir. SHU'nun, BU'ya göre, ortalama kül ve protein miktarının yüksek, yağ miktarının ise düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 1. SHU ve BU'nun kimyasal özelliklerine ait bazı parametrelerin karşılaştırılması¹

Analizler	BU	SHU
Nem (%)	13.8±0.02 ^a	8.53±0.02 ^b
Kül (%)*	0.60±0.01 ^b	4.74±0.02 ^a
Protein (%)*	9.96±0.02 ^b	11.07±0.20 ^a
Yağ (%)*	1.38±0.04 ^a	0.46±0.46 ^b
Yaş Gluten Miktarı		
<i>Yaş Gluten (birim)</i>	24.35±0.07	
<i>Gluten İndeksi</i>	73.25±0.35	
Zeleny Sedimentasyon Değeri (mL)		
<i>Sedimentasyon</i>	25.20±1.13	
<i>Gecikmeli Sedimentasyon</i>	29.20±0.42	
Düşme Sayısı (sn)	327.05±0.21	

¹Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). *Kurumadde üzerinden hesaplanmıştır. BU: Buğday unu; SHU: *S. hispanicus* L. unu

Hamur oluşumunda kullanılan BU'nun nem miktarı %13.8 ile Buğday Unu Tebliği'nde (Anonim 2013) belirtilen kritik nem değerinin (%14) altındadır. Bisküvi yapımında kullanılan unlarda protein miktarı %7-9, *Triticum aestivum* çeşitlerinden elde edilen ekmeklik amaçlı unlarda ise %11-13 arasındadır (Hoseney ve ark., 1988). Bu çalışmada kullanılan unun protein oranının, tebliğde belirtilen ve özel amaçlı unlar için verilen protein miktarına uygun olduğu belirlenmiştir (Anonim 2013).

Süneli buğdayların tespitinde yöntem olarak gecikmeli sedimentasyon uygulanır. Çalışmada kullanmış olduğumuz krakerlik unun sedimentasyon değerleri 25 ml- 29 ml olarak belirlenmiş ve süne zararı tespit edilememiştir. Protein ve gluten miktarı ve sedimentasyon sonuçları çevre ve kalıttan kaynaklı değişimler göstermektedir (Şahin ve ark., 2013). Kraker üretiminde, undaki gluten kalitesi hakkında bir gösterge olan Zeleny sedimentasyon değerinin düşük olduğu unlar tercih edilmektedir (Arslan, 2018). Kraker yapımında genelde düşük gluten içerikli zayıf unlar tercih edilmektedir. Çalışmamızda kullanılan un (*Tr. aestivum*) bu özelliklere sahiptir. Buğday proteini olan glütenin, hamur

oluşumunda ve fermentasyon aşamalarında hamurun reolojik özelliklerine etki etmektedir (Aydoğan ve ark., 2012).

Literatürde SHU'nun buğday ununa katılıp kraker yapımında kullanılması ile ilgili çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışmamızda kraker üretimi amacıyla kullanılan buğday ununun, bisküvi ve kraker üretimi ile ilgili çalışmalarda kullanılan unlarla da benzer kimyasal özelliklere sahip olduğu gözlenmiştir (Bilgiçli ve ark., 2007; Oyeyinka ve ark., 2014). Baljeet ve ark. (2014), bisküvi üretiminde kullandıkları buğday ununun özelliklerini; %11.3 nem, %0.7 kül, %1.4 yağ, %1.7 protein olarak bildirmişlerdir. Çalışmalarında buğday ununa ilave ettikleri nohut unu ve havuç posası tozunun kimyasal özelliklerini nem (%9.8-%4), kül (%3.0-%3.2), yağ (%5.3-%0.5), protein (%17.1) olarak belirlemişlerdir. Çalışmamızda SHU katkısı, havuç posası tozuna göre, yüksek nem, kül, ve protein değerlerine sahiptir. Van yöresinde bazı buğdayların bisküvilik kalitesi üzerine yapılan diğer çalışmada, onların protein (%8.2-%9.9), kül (%0.81-%0.93), sedimentasyon (23.5 ml - 40 ml) ve gluten miktarının (%26.5-35.5) arasında değiştiği bildirilmiştir. Bisküvi ve kraker üretiminde kül oranı düşük, %10'dan düşük protein içermesi, sedimentasyon değerinin (15-25 ml) zayıf olması tavsiye edilmektedir (Doğan ve Uğur, 2005). Gümüş (2010), transglutaminaz enzimi kullanarak ürettiği krakerlerde, unun kimyasal özelliklerini; nem (%14.1), kül miktarı (%0.65), yağ gluten miktarı (%22.1), zeleny sedimentasyon değeri (22 ml), düşme sayısı (320 s) olarak belirlemiş ve unun zayıf niteliği ile bisküvi ve kraker yapımı için uygun olduğunu belirtmiştir. Sahan ve ark. (2012), iğde unu katkılı bisküvi üretiminde kullandıkları bisküvilik unun kimyasal özelliklerini; nem (%13.9), kül (%0.6), yağ gluten (%29), gluten indeks (%76), sedimentasyon değeri (25 ml), gecikmeli sedimentasyon değeri (28 ml), düşme sayısı (327 s) olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda kraker yapımı için kullandığımız buğday unu da benzer değerler göstermiştir (Çizelge 1).

Literatür araştırmaları incelendiğinde, buğday ununun kullanıldığı balkabağı unu katkılı bisküvi (Aydın, 2014), kestane unu katkılı bisküvi (İnkaya, 2008), Tritikale çeşidinden elde edilen un ile hazırlanan bisküvi ve kraker (Sertekan, 2006), kek ve bisküvi (Özay ve Kaçar, 2010) üretimi üzerine yapılan araştırmalarda, çalışmamıza benzer şekilde buğday ununun kimyasal (nem, kül, protein, yağ) ve fizikokimyasal (gluten, sedimentasyon değeri, düşme sayısı) özellikleri benzer bulunmuştur. Analiz sonuçları arasındaki bazı farkların, buğday hasatı ve depolamasındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Hamurun Reolojik Özellikleri

Ekstensograf özellikleri

Hamurun uzamaya karşı direnci, hamur uzama yeteneği ve hamur enerjisi Ekstensograf cihazı (Brabender Inc., Almanya) kullanılarak belirlenmiştir. Farklı kraker formülasyonlarının üretimi için BU'ya, yer değiştirme esasına göre farklı oranlarda SHU (100:0, 95:5, 90:10, 80:20, 70:30 ve 60:40) ilave edildikten sonra, hamur karışımların ekstensograf değerleri Çizelge 2'de, ekstensograf grafikleri ise Şekil 2'de verilmiştir.

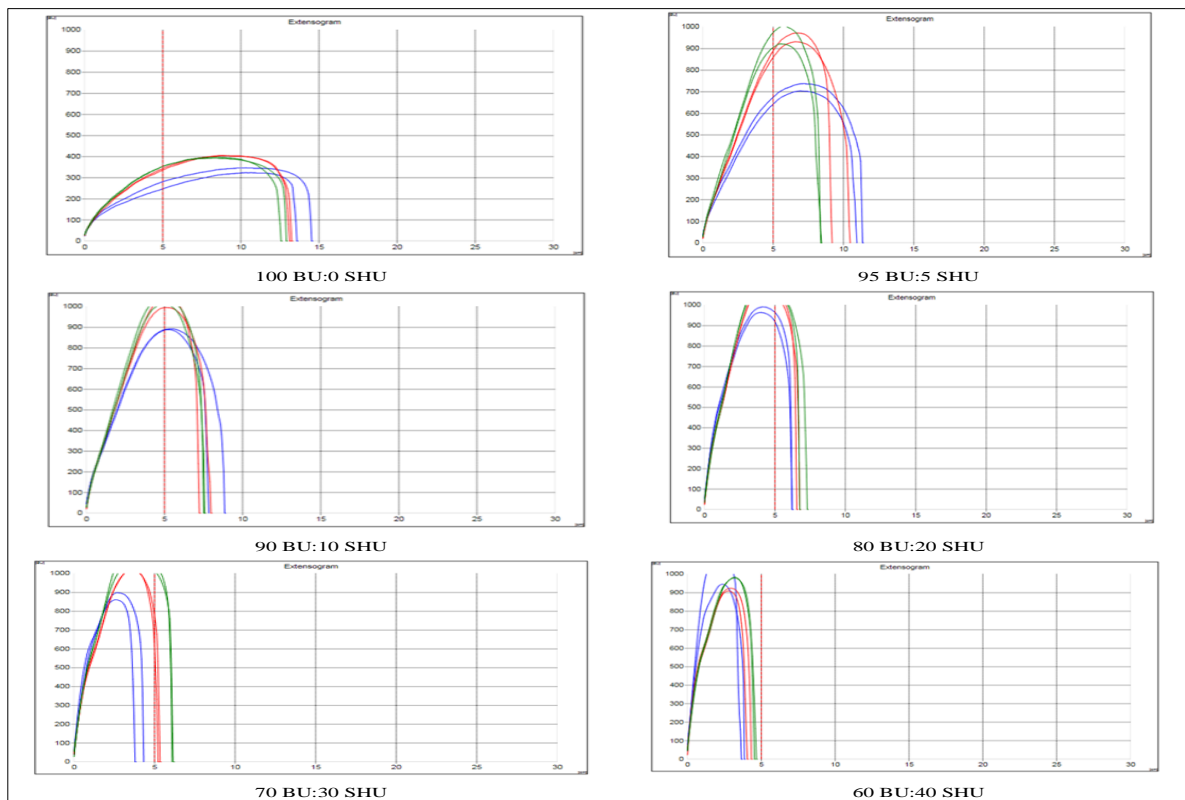
Enerji Değeri, grafiğin planimetrik alanı olup, cm^2 olarak belirtilmektedir. Bu değer ne kadar büyük olursa hamurun gaz tutma kapasitesi ve fermentasyon toleransı da genelde o kadar fazla olmaktadır (Megep, 2013). SHU katkı oranındaki değişimin enerji değeri üzerindeki etkisinin 45, 90 ve 135. dk da önemli olduğu ($p<0.05$) tespit edilmiştir. SHU katkılı örneklerin 135.dk'daki ekstensograf kurve değerleri incelendiğinde, kontrole (100 BU:0 SHU) göre, %5, 10 ve %20 SHU katkı oranlarının, enerji değerini önemli düzeyde ($p<0.05$) arttırdığı ancak, 60 BU:40 SHU karışım oranında, enerji değerinin ($58.50 cm^2$), kontrolden ($71.00 cm^2$) önemli düzeyde ($p<0.05$) düşük çıktığı tespit edilmiştir. 135 dk.'da 80 BU:20 SHU karışımında en yüksek enerji değeri ($100.50 cm^2$) gözlenmiştir. 45, 90 ve 135 dk. da incelenen enerji değerlerinde, %30 SHU katkı oranından itibaren, elastikiyette kayıp olmuş,

hamur uzama kabiliyetini %5, 10 ve %20 SHU katkı oranlı örneklerle göre önemli düzeyde yitirmeye başlamıştır ($p<0.05$). Hamur güçlü olmasına rağmen, erken koptuğu için mevcut direncini yansıtamamış, bu da enerji değerinin düşük çıkmasına neden olmuştur. Aynı olay %40 SHU katkılı unda da belirgin bir şekilde görülmektedir. Bunun nedeninin SHU ilavesi ile undaki gluten miktarının azalması ve seyrelemesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Benzer çalışmalarda bu sonucu desteklemektedir (Doğan ve Meral, 2016)

Çizelge 2. Ekstensograf değerleri*

BU: SHU Karışımı ¹	Süre	Enerji (cm ²)	Uzama Kabiliyeti (mm)	Maksimum Direnc (B.U.)
100:0	45.dk	66.00±7.07 ^c	142.00±7.07 ^a	335.50±16.26 ^d
95:5		106.50±7.78 ^a	112.50±3.54 ^b	721.00±24.04 ^c
90:10		95.50±9.19 ^{ab}	84.00±7.07 ^c	891.00±2.83 ^b
80:20		82.00±2.83 ^b	63.50±0.71 ^d	978.50±19.09 ^a
70:30		48.00±5.66 ^d	41.50±3.54 ^e	880.00±26.87 ^b
60:40		51.00±1.41 ^{cd}	39.00±1.41 ^e	986.00±56.57 ^a
100:0	90.dk	74.00±0.00 ^c	133.00±1.41 ^a	405.00±1.41 ^c
95:5		116.50±7.78 ^a	98.50±9.19 ^b	952.50±28.99 ^b
90:10		95.00±4.24 ^b	77.00±5.66 ^c	1011.50±21.92 ^a
80:20		93.00±1.41 ^b	68.00±1.41 ^c	1026.00±0.00 ^a
70:30		70.00±1.41 ^c	53.50±0.71 ^d	1023.00±2.83 ^a
60:40		50.00±4.24 ^d	43.00±2.83 ^d	916.50±10.61 ^b
100:0	135.dk	71.00±1.41 ^c	128.50±2.12 ^a	395.50±3.54 ^c
95:5		99.00±5.66 ^a	85.00±0.00 ^b	962.00±56.57 ^b
90:10		96.00±2.83 ^{ab}	76.50±0.71 ^c	1018.50±12.02 ^{ab}
80:20		100.50±4.95 ^a	71.50±3.54 ^d	1026.00±0.00 ^a
70:30		89.00±0.00 ^b	62.00±0.00 ^e	1026.00±0.00 ^a
60:40		58.50±2.12 ^d	47.00±1.41 ^f	981.50±3.54 ^{ab}

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p<0.05$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır. ¹BU: Buğday unu; SHU: *S. hispanicus* L. Unu



Şekil 2. Ekstensograf grafikleri (BU: Buğday unu, SHU: *S. hispanicus* L. unu)

Hamurun makinada çekilmeye başladığı ve koptuğu anlar arası geçen sürede, grafik taban uzunluğu mm cinsinden uzama kabiliyeti olarak adlandırılır (Megep, 2013) (Şekil 2). SHU katkı oranının artması ile uzama kabiliyetinde istatistiksel olarak önemli düzeyde azalma tespit edilmiştir ($p<0.05$). Uzama değerlerinin kontrol ve %40 SHU katkı oranındaki değişimleri 45. dk 142.00-39.00 mm; 90. dk 133.00-43.00 mm; 135. dk 128.50-47.00 mm olarak belirlenmiştir. Kontrol örneğinin uzama kabiliyeti önemli düzeyde ($p<0.05$) yüksek tespit edilmiştir. SHU katkısının uzama kabiliyeti üzerindeki etkisinin 45, 90 ve 135. dk da önemli olduğu ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Benzer sonuçlara Doğan ve Meral (2016)'da uşkun bitkisinin bisküvi üretiminde kullanıldığı çalışmada da rastlanmış ve diyet lif miktarı artışının uzama kabiliyetini azalttığı belirtilmiştir. SHU un katkısının toplam diyet lif içeriği (%15) yüksek tespit edilmiş olup (Dülger, 2015), çalışmamızda katkı oranının artışı ile uzama kabiliyetinin azalması bu sonucunu doğrulamaktadır.

Çizilen grafiklerdeki yükseklik, hamurun uzamaya karşı maksimum direncini göstermekte olup, brabender birimi (B.U.) olarak gösterilir (Megep, 2013). 135. dk ekstensograf değerleri, maksimum direnç değerleri açısından incelendiğinde, SHU katkısının, kontrole göre direnci önemli düzeyde ($p<0.05$) arttırdığı gözlenmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre SHU katkı oranı 45, 90 ve 135. dk da hamurun direnci üzerindeki etkisi önemlidir ($p<0.05$). Maksimum direnç değerleri 45 dk.'da 335.50-978.50 B.U., 90. dk'da 405.00-1026.00 B.U., 135. dk'da 395.50-1026.00 B.U. aralığında değişmiştir. Kontrol örneğinin maksimum direnci SHU katkılı örneklerle göre önemli düzeyde ($p<0.05$) düşük tespit edilmiştir. Bu durum SHU'nun asitliğinin yüksek olmasından dolayı, hamur üzerine oksidan bir etkide bulunmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. 135. dk değerlerinde %20, 30 ve %40 SHU katkı oranları istatistiksel olarak benzer hamur direnci göstermiştir ($p>0.05$). Genel olarak değerlendirildiğinde, SHU unu ilavesinin, hamurun bekletilme aşamasında iken kıvamı üzerine sertleştirici etkide bulunduğu ve hamur direncini artırdığı görülmektedir. Yapılan çalışmalarda, hamura ilave edilen katkı maddelerindeki diyet lif miktarındaki artışın hamur direnci ve maksimum direnci arttırdığı ve hamurun sertleşmesine neden olduğu bildirilmiştir (Sudha ve ark., 2007; Doğan ve Meral, 2016)

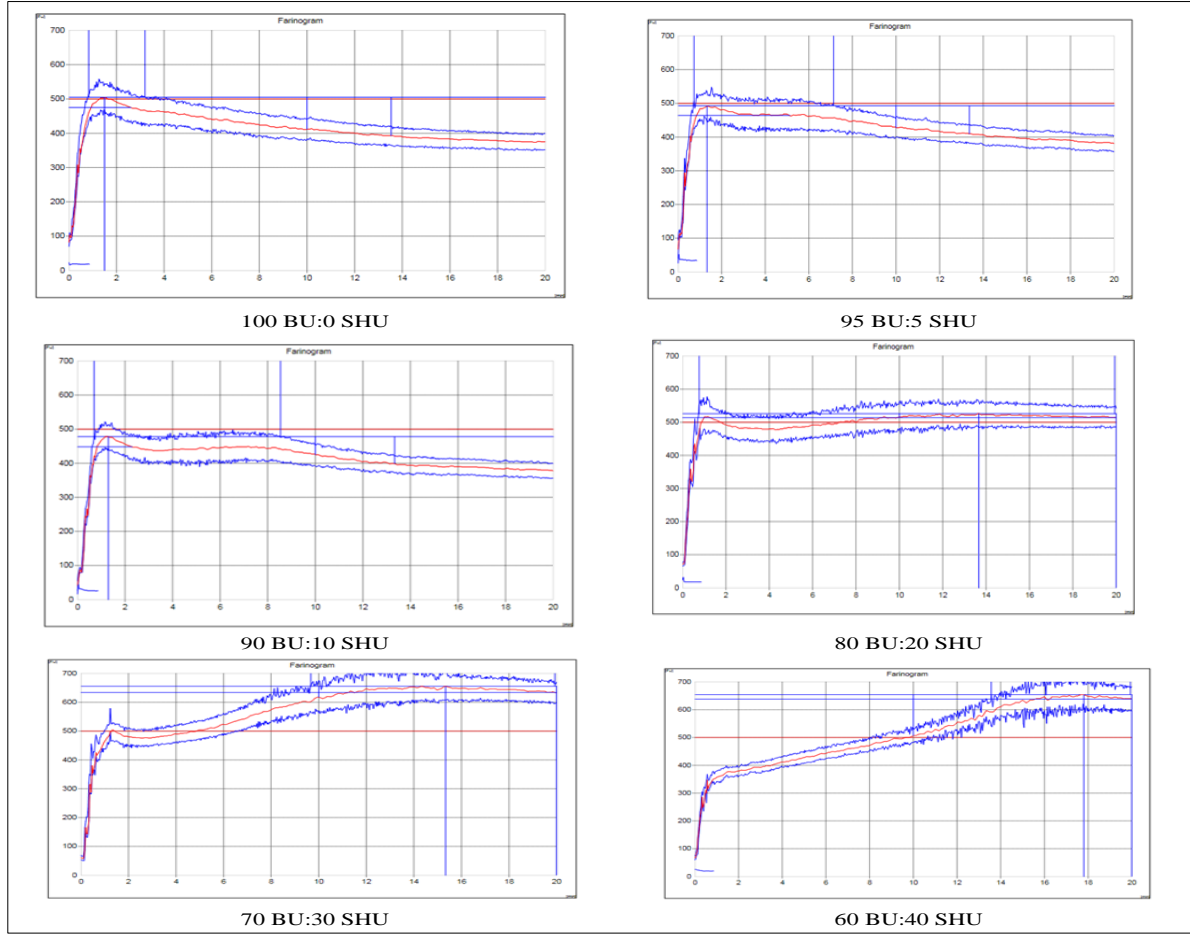
Farinograf özellikleri

Farinograf cihazı, unun su absorpsiyonunu ve bu undan hazırlanan belirli kıvamdaki hamurun yoğrulmaya karşı direncini ölçmekte ve kaydetmektedir (McFall ve Fowler, 2009). Un ve su karıştırılınca oluşan hamur, yoğurma aşamasında paletlere direnç göstermektedir. Bu aşamada, hamurun paletlere karşı gösterdiği direnç grafik olarak çizilmektedir (Arslan, 2018). Farinograf sonuçları Çizelge 3'te, grafikleri de Şekil 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Farinograf değerleri*

BU: SHU Karışımı ¹	Su Kaldırma Oranı (%)	Gelişme Süresi (dk)	Stabilite (dk)	Yumuşama Derecesi (B.U.)	
				10.dk	12.dk
100:0	54.35±0.07 ^a	1.55±0.07 ^d	2.45±0.07 ^e	93.15±0.21 ^b	112.50±0.71 ^d
95:5	51.80±0.28 ^b	1.35±0.07 ^d	6.48±0.04 ^d	65.50±0.71 ^c	83.75±1.06 ^e
90:10	50.70±0.57 ^b	1.38±0.04 ^d	7.85±0.07 ^c	53.25±0.35 ^d	79.50±0.71 ^f
80:20	50.20±0.35 ^b	13.65±0.21 ^c	19.30±0.07 ^a	10.75±0.35 ^f	525.50±0.72 ^c
70:30	51.85±0.21 ^b	15.35±0.07 ^b	10.38±0.04 ^b	38.00±1.41 ^e	656.50±0.71 ^a
60:40	54.85±0.21 ^a	17.78±0.11 ^a	6.43±0.04 ^d	147.50±0.71 ^a	654.50±0.71 ^a

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p<0.05$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır. ¹BU: Buğday unu; SHU: *S. hispanicus* L. Unu



Şekil 3. Farinograf grafikleri (BU: Buğday unu, SHU: *S. hispanicus* L. unu)

Örneklerin farinograf değerleri incelendiğinde, su kaldırma oranları %50.20-54.85 arasında değişmiştir. Kontrol örneğine göre, SHU oranındaki artışı ile %30 un katkısına kadar su kaldırma oranında istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) azalma görülürken, %40 un katkısında su kaldırma kapasitesi artmıştır, ancak bu artış istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. 70 BU:30 SHU ve 60 BU:40 SHU karışımlarında, SHU katkısının hamuru aşırı sertleştirilmesi nedeniyle, farinograf kurveleri düzgün çizilememiştir. Bu durumun, %30 ve %40 SHU katkı oranlarının suyu hızla değil belli bir süre sonra absorbe etmesi nedeniyle, hamur konsistensini aşırı yükseltmesinden kaynakladığı düşünülmektedir. Doğan ve Meral (2016), uşkun bitkisini bisküvi formülasyonlarına % 0.5, 1 ve 2 oranlarında ekledikleri bir çalışmada, su kaldırma değerlerinin % 59.25-60.00 arasında değiştiği ve çalışmamıza benzer şekilde % 2 katkı oranında su kaldırma kapasitesinin kontrole göre azaldığı ve istatistiksel olarak önemsiz bulunduğunu bildirmişlerdir.

Kurvenin maksimum yüksekliği aldığı (500 çizgisi) noktada geçen süre gelişme süresi olarak adlandırılır (Arslan, 2018). Bu değerler incelendiğinde, %5 ve %10 SHU katkı oranlarının, hamur gelişme süresini, kontrole göre az da olsa düşürdüğü, ancak bu azalışın istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0.05$) olduğu tespit edilmiştir. %20, 30 ve %40 SHU katkı oranlarının ise kontrole göre gelişme süresini belirgin bir şekilde arttırdığı tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Yoğurma sırasında hazırlanan hamurun paletlere gösterdiği direnç bir süre değişmeden kalmaktadır. Yani grafik bir süre 500 çizgisi üzerinde çizilmektedir. Bu nokta ile ayrıldığı nokta arasında geçen süre stabilite değeri olarak adlandırılır (Megep, 2013). Bu değerlere bakıldığında katkılı unların, kontrol örneğine (2.4 dk) göre stabilite değerini attırdığı belirlenmiş, %20 SHU katkılı unda stabilite değeri istatistiksel olarak en yüksek (19.2 dk) değere ulaşmıştır ($p < 0.05$). Doğan ve Meral (2016), uşkun

bitkisini bisküvi formülasyonlarına farklı oranlarda eklediği çalışmalarında, belirlenen hamur stabilite değerleri (0.85-2.70 dk) çalışmamıza göre daha düşük olup, uşkunun stabilite üzerinde etkisinin önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

%5, %10, %20 ve %30 SHU katkılarının, hamurun 10. dk yumuşama derecesini önemli düzeyde ($p<0.05$) düşürdüğü tespit edilmiştir. Kurveden de görüleceği gibi; 80 BU: 20 SHU katkı oranında, kurvenin tepe noktasından itibaren 12 dakika sonra, 500 konsistens çizgisinin üzerinde devam etmiş (525.50 B.U.), 70 BU: 30 SHU ve 60 BU: 40 SHU katkı oranlarında ise 500 çizgini de geçerek 656.50-654.50 B.U. değerlerine ulaşmış ve kurvenin düzgün çizilememesine neden olmuştur. SHU katkısının stabilite değerini önemli düzeyde ($p<0.05$) arttırdığı ve bunun sonucunda da hamurun yumuşama değerinin %30 SHU katkı oranına kadar giderek azaldığı (kontrolle göre) belirlenmiştir. Bu durum, SHU katkısının hamuru ciddi bir biçimde güçlendirdiğinin ortaya konulması açısından da dikkat çekici bir sonuç olup, SHU farklı unlu mamul üretimlerinde dayanıklı hamur geliştirmede kullanılabilir.

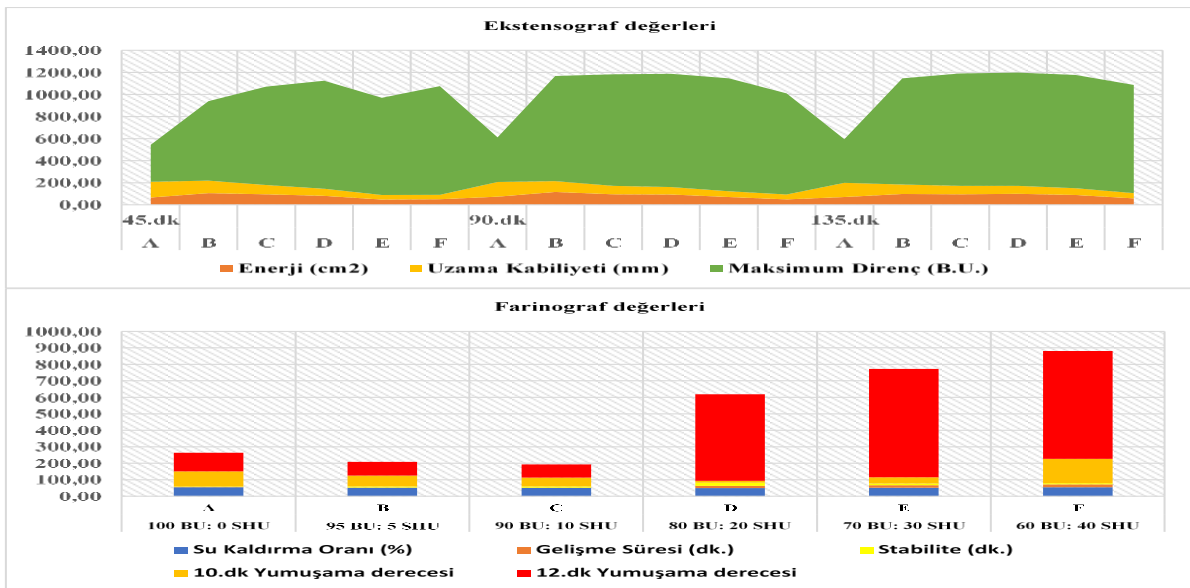
Araştırma materyali buğday unu ve SHU'nun reolojik özelliklerinin belirlemek üzere yapılan farinograf ve ekstensograf analizleri sonuçları literatür ile karşılaştırılmıştır. Doğan ve Uğur (2005) bazı buğdayların bisküvilik kalitesi ile ilgili 10 buğday çeşidinde yaptıkları bir çalışmada, gelişme süresi, stabilite süresi, su kaldırma kapasitesini, yumuşama derecesinin sırasıyla 1.80-4.00 dak., 2.30-10.00 dak., %54.70-61.50, 65.00 B.U.-180.00 B.U. arasında değiştiğini bildirmiştir. Ekstensograf değerlerine göre, hamur uzama kabiliyetinin artışı, hamur mukavemetinin azalması bisküvi yayılma oranını arttırdığı belirtilmiştir. Bisküvilik unların su kaldırma kapasitesinin düşük, yumuşama derecesinin genelde yüksek olması tercih edilmektedir. Çalışmamızda kullanılan farklı oranlardaki buğday unu ve SHU unu karışımlarında su kaldırma değeri %50.20-54.85 arasında değişmekte olup daha düşük tespit edilirken, 12. dk yumuşama derecesi ise 79.50 B.U.- 656.50 B.U. arasında değişmekte olup daha yüksek tespit edilmiştir.

Sertekan (2006), buğday unu ve tritikale unu paçalları kullanarak bisküvi ve kraker üretimi yapmış ve hamurların reolojik özelliklerini belirlemiştir. Beş farklı un paçalında, su absorpsiyon değeri %49.40-58, gelişme süresi 0.70- 1.70 dk, stabilite değerleri 3.70 dk., yumuşama değeri 110 B.U.-130 B.U. rapor edilmiştir. Çalışmamızda kullandığımız BU: SHU farklı katkı oranlarında, %5, %10 ve %20 SHU katkı oranlarda su kaldırma değerinin kontrol örneğine göre azaldığı, %40 SHU oranında ise artarak kontrol örneğine yaklaştığı görülmüştür. Hamur gelişme sürelerinde ise %20, 30 ve %40 SHU katkı oranlarının sırasıyla 13.65, 15.35 ve 17.78 dk gibi belirgin artışlar tespit edilmiştir. Çalışmamızda kullandığımız buğday ununda stabilite değeri 2.45 dk iken, yine %20 SHU katkı oranlı unda en yüksek değere (19.30 dk) ulaşmıştır. Buğday ununda 10.dk'daki yumuşama değeri 93.15 B.U. iken, SHU oranı arttıkça bu değer %30 katkı oranına kadar artış göstermiştir.

Indrani ve Rao (2007), Kanada çeşidi buğdayların farinograf değerlerini, su kaldırma miktarı % 60.7-65.9, gelişme süresi (2.25-13 dk), stabilite (5-25 dk) olarak bildirmişlerdir. Hruskova ve ark. (2003), değişik buğday çeşitlerinin su kaldırma miktarının %58.1-66.4 arasında değiştiğini, hamur gelişme süresinin ortalama değerinin 6 dk olduğunu bildirmişlerdir. Başka bir buğday çalışmasında, farinograf değerleri %53.6 su kaldırma oranı, 1.53 dk gelişme süresi ve 1.40 dk stabilite değeri bildirilmiştir (Paraskevopoulou ve ark., 2010). Ktenioudaki ve ark., (2010) farklı bölgelerden toplanan sekiz buğday çeşidinin su absorpsiyonunun (%50.7-61.5), gelişme süresinin (1.5- 6 dk), stabilite değerlerinin (1-5 dk) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Özay ve Kaçar (2010), kek ve bisküvi üretiminde kullandıkları Eser çeşidine ait un örneğinin su absorpsiyonu %53, gelişme süresi 2.5 dk, stabilitesi 8.5 dk, yumuşama derecesi 160 B.U. olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda buğday ununa farklı oranlarda SHU unu ilavesinde, su kaldırma oranı %50.20-%54.85 arasında değişmektedir.

Kullandığımız buğday ununda su kaldırma (%54.35), gelişme süresi (1.55 dk), stabilite değeri (2.45 dk), yumuşama derecesi 12.dk (112.50 B.U.) olarak tespit edilmiştir.

Gümüş (2010), transglutaminaz enzimi kullanarak ürettiği krakerlerde, un örneğinin farinogram özelliklerini; su absorpsiyonu (%55.1), gelişme süresi (1.7 dk), stabilite (2.9 dk), yumuşama derecesi (127 B.U.) olarak tespit etmiştir. Aydoğan ve ark., (2012), ekmeklik buğday unlarında yaptıkları bir çalışmada, su absorpsiyonunu % 59.85-62.10, gelişme süresini 2.15 dk - 4.15 dk aralığında tespit etmişlerdir. Ekmeklik buğday genotiplerinde stabilite değeri 4.65 dk.-1.40 dk. olarak belirlenmiştir. Stabilite, hamurun dayanıklılığını ve fermantasyon yeteneğini göstermekte olup, bu süre kısa olursa fermantasyon süresi kısaldır. Eğer gelişme süresi uzun ise, hamur geç kabarır, gluten kalitesi yüksek ve yoğurma süresi uzun olur (Göçmen, 1991). Sharma ve ark. (2013), kurabiye yapımında, buğday ununa ilave edilen %2.5, 5 ve 7.5 oranlarında kurutulmuş *Guduchi* (*Tinospora cordifolia*) bitkisinin yaprak tozunun oranı arttıkça, su absorpsiyonunun % 62'den % 67'ye, hamur gelişme süresinin 3.5 dk'dan 4.5 dk'ya arttığını, stabilitenin 6.5 dk'dan 3.4 dk'ya düştüğünü, yumuşama derecesinin 35 B.U.'dan 85 B.U.'ya arttığını saptamışlardır. Bu tozun %16 diyet lif içermesinin, su absorpsiyon kapasitesini arttırdığı ve hamur gelişme süresini uzattığını bildirmişlerdir. Benzer sonuç çalışmamızda da gözlenmiştir. Sahan ve ark., (2012), bisküvilere iğde unu ilavesinin uzama yeteneğini düşürdüğü, maksimum direnci ise arttırdığını rapor etmişlerdir. Farinograf özelliklerini değerlendirildiğinde ise iğde unu katkısının, su kaldırma yeteneğini düşürdüğü belirtilmiştir. %5 ve %25 katkı oranlarının gelişme süresini artırmasına karşın, %10, 15 ve 20 oranlarının gelişme sürelerini düşürdüğü rapor edilmiştir. Bu durumun, iğde unu katkısı ile buğday unundaki gluten proteinlerinin nisbi olarak seyrelmesinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Benzer sonuçlara çalışmamızda da ulaşılmıştır. Çalışmanın sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde BU'ya farklı oranlarda eklenen SHU katkısının hamuru güçlendirdiği Şekil 4'de verilen farinograf ve ekstensograf değerlerinin değişiminde görülmüştür. Unun reolojik karakterinin, buğday çeşitlerinin özelliklerine göre değiştiği ve buğdayın kalitesinin, yetiştiği toprak, iklim koşulları ve tohumun yapısındaki bileşiklere göre değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (Amjid ve ark., 2013)



Şekil 4. BU: SHU katkılı hamur karışımların ekstensograf ve farinograf değerlerinin değişimi

SONUÇ

Kraker üretiminde değerlendirilmesi için, şevketi bostan bitki kökünden elde edilen unun, buğday ununa farklı ikame oranlarında katıldığı bu çalışmada, hamurun reolojik özelliklerinin olumlu yönde

değiştirdiği tespit edilmiştir. SHU katkısının su absorpsiyon kapasitesi yüksektir ve bu durum buğday ununun fonksiyonel özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir. Ayrıca, farklı ikame oranlarında SHU katkılarının, hamurun hazırlanması aşamasında, kıvam üzerine sertleştirici etkiye olduğu ve hamur direncini artırdığı görülmektedir. Reolojik özellikler açısından %20 katkı oranına kadar SHU katkısının buğday ununa ilave edilerek farklı tahıl ürünlerinin üretiminde de kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada katkı olarak kullanılan SHU'nun yüksek protein ve mineral madde içeriği, düşük yağ içeriği yönünden krakerin besleyici özelliklerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. SHU katkısının hamuru ciddi bir biçimde güçlendirmesi bazı tahıl ürünlerinin üretiminde avantaj sağlayacaktır. Tıbbi ve aromatik özelliklere sahip bir bitkiden elde edilen SHU katkısı fonksiyonel ve besleyici özellikleri ile fonksiyonel gıda katkısı olarak farklı çalışmalara da yol gösterecektir.

TEŞEKKÜR

Bu orijinal araştırma makalesi birinci yazarın doktora tezinden üretilmiştir. Bu çalışmada kullanılan SHU katkısı, “Şevketi bostan bitki kökünden elde edilen un ve bahsedilen unun üretim metodu” başlıklı patent ile ulusal patent olarak tescillenmiştir. Patent No: TR 2013 01091 B. (Tescil Tarihi: 2015-09-21). Patent Başvuru ve Buluş Sahipleri: Yasemin Şahan, Dilek Dülger Altiner. Bandırma Has Un (Toru Un) Fabrikası Kalite Güvence Müdürü Sayın Murat Özgenç'e hamurun reolojik özelliklerinin analizi aşamasında değerli katkıları için çok teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler

Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- American Association of Cereal Chemist (AACC) 2000. Approved Methods of American Association of Cereal Chemists. 10th ed. St. Paul. Minn. USA.
- Amjid M, Shehzad A, Hussain S, Shabbir MA, Khan MR, Shoaib M, 2013. A comprehensive review on wheat flour dough rheology. Pakistan Journal of Food Sciences, 23 (2): 105-12.
- Anonim 2013. Türk gıda kodeksi buğday unu tebliği, tebliğ no: 2013/9, 02.04.2013 Resmî Gazete Sayısı: 28606.
- AOAC, 2000. Official methods of analysis of AOAC (Analysis of Association of Official Analytical Chemists) International. 17th edition. Gaithersburg, MD, USA, Association of Analytical Communities.
- Arslan EZ, 2018. Unun kalite parametrelerinin yakın ve orta kızılötesi spektroskopisi kullanılarak tahmin edilmesi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmış).
- Aydin E, 2014. Balkabağı (*Cucurbita moschata*) unu katkısının bisküvinin antioksidan aktivite ve besinsel kalitesine etkileri, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).
- Aydoğan S, Göçmen Akçacık A, Şahin M, Kaya Y, Koç H, Görgülü MN, Ekici M, 2012. Ekmeklik Buğday Unlarında Alveograf, Farinograf ve Miksograf Ölçülen Reolojik Özellikler Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7 (1):74-82.
- Aziah, NAA, Komathi CA, 2009. Physicochemical and functional properties of peeled and unpeeled pumpkin flour. Journal of Food Science, 74 (7): 328-333.
- Baljeet SY, Ritika BY, Reena K, 2014. Effect of incorporation of carrot pomace powder and germinated chickpea flour on the quality characteristics of biscuits. International Food Research Journal, 21 (1): 217-222.
- Bilgiçli N, İbanoğlu Ş, Herken EN, 2007. Effect of dietary fibre addition on the selected nutritional properties of cookies. Journal of Food Engineering, 78: 86-89.
- Davis PH, 1965-1985. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Ed: Davis P.H., Vol. 1-9, Edinburgh University Press, 1965-1985, Edinburgh.

- Demir H. 2006. Erzurum’da yetişen madımak, yemlik ve kızamik bitkilerinin bazı kimyasal bileşimi. Bahçe, 35 (1-2):55-60.
- Doğan H, Meral R, 2016. Uşkun bitkisinin bisküvi üretiminde fonksiyonel bileşen olarak kullanımı. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6 (4): 91-99.
- Doğan İS, Uğur T, 2005. Van ve çevresinde yetiştirilen bazı buğdayların bisküvilik kalitesi üzerine bir araştırma. Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (Journal of Agricultural Science), 15 (2) :139-148.
- Dülger D, 2015. Sağlıklı bir atıştırılmalık: Enerjisi azaltılmış kraker üretimi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).
- Dülger D, Şahan Y, 2013. Blessed Thistle: A Plant Traditionally used as a Vegetable. The 2nd International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, (Oral Presentation), 24-25 October, Macedonia.
- Göçmen D, 1991. Marmara Bölgesinde üretilen bazı buğday çeşitlerinin ekmeklik kalitesi üzerine araştırmalar, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmış).
- Gümüş S, 2010. Transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen krakerlerde maillard reaksiyonu sonucu ortaya çıkan lizin kaybının incelenmesi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmış).
- Hoseney RC, Wade P, Finley JW, 1988. Soft wheat products. Wheat Chem. Techn. American Association Of Cereal Chemists. St. Paul Minnesota.
- Hruskova M. and Smejda P., 2003. Wheat flour dough alveograph characteristics predicted by NIRSystems 6500. Czech Journal of Food Science, 21:28-33
- IGC, 2020. International Grains Council (IGC), <https://www.igc.int/en/default.aspx>. (Erişim Tarihi:09.12.2020).
- Indrani D, Rao GV, 2007. Rheological characteristics of wheat flour dough as influenced by ingredients of parotta. Journal of Food Engineering, 79 (1): 100- 105.
- İnkaya AN, 2008. Bisküvi üretiminde kestane kullanım olanaklarının araştırılması, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış).
- Kemper KJ, 1999. Blessed Thistle (Cnicus Benedictus), [http://www.longwoodherbal.org/blessed thistle/ blessed thistle.pdf](http://www.longwoodherbal.org/blessed%20thistle/blessed%20thistle.pdf). (Erişim Tarihi: 10.03.2018)
- Krystjjan M, Gumul D, Ziobro R, Korus A, 2015. The Fortification of Biscuits with Bee Polen and Its Effect on Physicochemical and Antioxidant Properties in Biscuits. LWT - Food Science and Technology, 63 (1): 640–646.
- Ktenioudaki A, Butler F, Gallagher E, 2010. Rheological properties and baking quality of wheat varieties from various geographical regions. Journal of Cereal Science, 51 (3): 402-408.
- Liu N, Ma S, Li L, Wang X, 2019. Study on the effect of wheat bran dietary fiber on the rheological properties of dough. Grain & Oil Science and Technology, 2 (1): 1-5.
- Liu Y, Li M, Liu Y, Guan E, Bian K, 2021. Effects of superheated steam treatment of wheat on physicochemical properties of wheat flour and cracker quality. Journal of Cereal Science, 97: 103165.
- Marchini M, Carini E, Cataldi N, Boukid F, Blandino M, Ganino T, Vittadini E, Pellegrini N, 2021. The use of red lentil flour in bakery products: How do particle size and substitution level affect rheological properties of wheat bread dough?. Lwt - Food Science and Technology, 136: 110299.
- McFall KL, Fowler ME, 2009. Overview of wheat classification and trade. In: Carver B. F. (Ed). Wheat Science and Trade. Wiley-Blackwell A John Wiley & Sons, Inc., Publication USA. p.448.
- Megep, 2013. Milli Eğitim Bakanlığı, Gıda Teknolojisi, Un ve unlu mamullerdeki analizler 2, Ders Modülü, Ankara.
- Melini F, Melini V, Luziatelli F, Ruzzi M, 2017. Current and Forward-Looking Approaches to Technological and Nutritional Improvements of Gluten-Free Bread with Legume Flours: A Critical Review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 16 (5): 1101-1122.
- Mtelisi DN, Xu F, Zhao R, 2020. The efficacy of sorghum flour addition on dough rheological properties and bread quality: A short review. Grain & Oil Science and Technology, 3 (4): 164-171.
- Nemeth R, Bender D, Jaksics E, Calicchio M, Langó B, D'Amico S, Török K, Schoenlechner R, Tömösközi S, 2019. Investigation of the effect of pentosan addition and enzyme treatment on the rheological properties of millet flour based model dough systems. Food Hydrocolloids, 94: 381-390.
- Oyeyinka SA, Oyeyinka AT, Karim OR, Toyeeb KA, Olatunde SJ, Arise AK, 2014. Biscuit making potentials of flours from wheat and plantain at different stages of ripeness. Croatia Journal of Food Science and Technology, 6 (1): 36-42.

- Özay S, Kaçar D, 2010. Kimyasal interesterifikasyon yöntemi ile zeytinyağı bazlı yeni bir yağ ürününün geliştirilmesi ve kek-bisküvi üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması, Proje no: 108O586, Tübitak Projesi, Ankara.
- Özer Z, Tursun N, Önen H, 2001. Yabancı otlarla sağlıklı yaşam. 4 Renk Yayın Tanıtım Matbaacılık, 253 s, Ankara.
- Paraskevopoulou A, Provatidou E, Tsotsiou D, Kiosseoglou V, 2010. Dough rheology and baking performance of wheat flour-lupin protein isolate blends. *Food Research International*, 43 (4): 1009-1016.
- Polo S, Tardío J, Vélez-del-Burgo A, Molina M, Pardo-de-Santayana M, 2009. Knowledge, use and ecology of golden thistle (*Scolymus hispanicus* L.) in Central Spain, *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 5: 42.
- Rathi A, Kawatra A, Sehgal S, Housewright B, 2004. Influence of depigmentation of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) on sensory attributes, nutrient composition and in vitro digestibility of biscuits. *LWT – Food Science and Technology*, 37 (2): 187–192.
- Sahan Y, Gocmen D, Cansev A, Celik G, Güçer S, 2012. İğde (*Eleagnus angustifolia* l.) meyvesinin kimyasal ve besleyici özellikleri ve bisküvi üretiminde kullanımı. TÜBİTAK Proje no: 110O060, Bursa.
- Sertakan SG, 2006. Bisküvi ve kraker üretiminde tritikale ununun kullanım olanakları, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).
- Sharma P, Velu V, Indrani D, Singh RP, 2013. Effect of dried Guduchi (*Tinospora cordifolia*) leaf powder on rheological, organoleptic and nutritional characteristics of cookies. *Food Research International*, 50 (2): 704–709.
- Skrbic B, Milovac S, Dodig D, Filipčev B, 2009. Effects of hull-less barley flour and flakes on bread nutritional composition and sensory properties. *Food Chemistry*, 115 (3): 982-988.
- Sobczyk A, Pycia K, Stankowski S, Jaworska G, Kuźniar P, 2017. Evaluation of the rheological properties of dough and quality of bread made with the flour obtained from old cultivars and modern breeding lines of spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*). *Journal of Cereal Science*, 77: 35-41.
- Sudha ML, Srivastava AK, Leelavathi K, 2007. Studies on pasting and structural characteristics of thermally treated wheat germ. *European Food Research and Technology*, 225: 351-357.
- Şahin M, Akçacık Göçmen A, Aydoğan S, Demir B, Önmez H, Taner S, 2013. Ekmeklik buğday ununda ekmek hacmi ile bazı fizikokimyasal ve reolojik özellikler arasındaki ilişkilerin tespiti. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 22 (1): 13-19.
- TMO, 2019. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü. 2019 yılı hububat sektör raporu, <http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari/hububat2019.pdf> (Erişim Tarihi:12.10.20219).
- TÜİK, 2020. Bitkisel Üretim 2.Tahmini, <https://tuikweb.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=33736> (Erişim Tarihi:01.11.2020).
- Verdu S, Vásquez F, Ivorra E, Sánchez A, Barat J, Grau R, 2017. Hyperspectral image control of the heat-treatment process of oat flour to model composite bread properties. *Journal of Food Engineering*, 192: 45-52.
- Xiao F, Zhang X, Niu M, Xiang X, Chang Y, Zhao Z, Xiong L, Zhao S, Rong J, Tang C, Wu Y, 2021. Gluten development and water distribution in bread dough influenced by bran components and glucose oxidase. *Lwt - Food Science and Technology*, 137: 110427.
- Xu A, Li L, Xie J, Wang X, Coulter JA, Liu C, Wang L, 2020. Effect of long-term nitrogen addition on wheat yield, nitrogen use efficiency, and residual soil nitrate in a semiarid area of the Loess Plateau of China. *Sustainability*, 12 (5): 1735.